

PENERAPAN *LEAN SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI *WASTE* DI BAGIAN

SUB ASSY CASE

STUDI KASUS: PT. YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Rani Sri Yulianti
No. Mahasiswa : 13 522 173

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2017**

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Agustus 2017



Rani Sri Yulianti
13 522 173

SURAT KETERANGAN PELAKSANAAN TA



PT. YAMAHA INDONESIA
 Jl. Rawagelam I/5, Kawasan Industri Pulogadung
 Jakarta 13930 Indonesia, PO. Box. 1190/JAT
 Telp. : (62 - 21) 4619171 (Hunting) Fax. : 4602864, 4607077

SURAT KETERANGAN

No. : 295/YI/ PKL /VIII/2017

Kami yang bertandatangan dibawah ini, Bagian Human Resource Development (HRD) PT. YAMAHA INDONESIA dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : RANI SRI YULIANTI ✓
 Nomor Induk Mahasiswa : 13522173
 Jurusan : TEKNIK INDUSTRI
 Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
 Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*Penerapan Lean Six Sigma Dengan Metodologi Define Measure Analysis Improve Control Untuk Mengurangi Waste di Bagian Sub Assy Case*". Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 01 Maret sampai dengan Tanggal 5 Agustus 2017 Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 02 Agustus 2017

HRD Department
 PT. YAMAHA INDONESIA



Kalkausar Chalid
 Manager

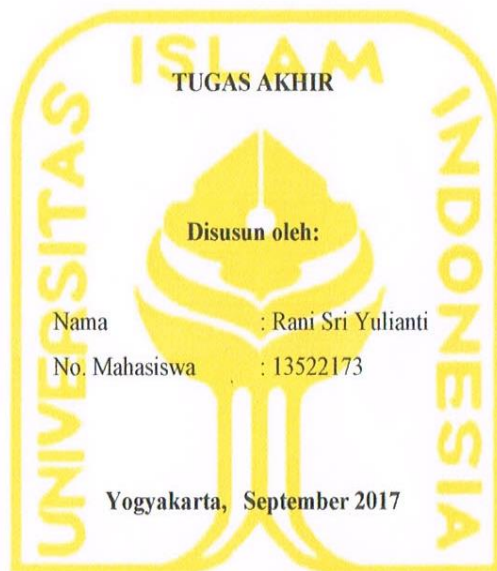
CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PENERAPAN *LEAN SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI *WASTE* DI BAGIAN

SUB ASSY CASE

STUDI KASUS: PT. YAMAHA INDONESIA



Dosen Pembimbing,

Yuli Agusti Rochman ST., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PENERAPAN *LEAN SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI *WASTE* DI BAGIAN
SUB ASSY CASE
 STUDI KASUS: PT. YAMAHA INDONESIA



Disusun oleh:

Nama : Rani Sri Yulianti

No. Mahasiswa : 13 522 173

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai satu syarat untuk
 memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, September 2017

Tim Penguji

Yuli Agusti Rochman S.T., M.Eng.

Ketua

Agus Mansur S.T., M.Eng.Sc.

Penguji I

Samsudin D S.

Penguji II

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim,

Hasil tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua yang selalu memberikan do'a, dukungan dan kasih sayangnya serta kepada keluarga besar dan sahabat yang selalu memberikan do'a dan motivasi.

Terimakasih kepada Bapak Yuli Agusti Rochman dan Bapak Sugarindra selaku pembimbing Tugas Akhir dan penanggungjawab magang yang selalu memberikan motivasi dan waktunya dalam membimbing serta mengingatkan sehingga tugas akhir ini dapat selesai.

MOTTO

مَنْ جَدَّ وَجَدَ

“Barangsiapa yang bersungguh-sungguh, maka ia akan mendapatkannya.”

(Pepatah Arab)

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(Ar-Ra'd.13:11)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis sampaikan ke hadirat Alloh SWT. Sholawat serta salam semoga tersampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan ilmu dan kesehatan sehingga pembuatan Tugas Akhir dengan judul “Penerapan *Lean Six Sigma* untuk Mengurangi *Waste* di Bagian *Sub Assy Case*, Studi Kasus: PT. Yamaha Indonesia” dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan Tugas Akhir ini tidak akan selesai. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman. S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir dan Kepala Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Faizin dan Mas Zanurip selaku pembimbing lapangan di PT. Yamaha Indonesia yang memberikan arahan dalam penelitian Tugas Akhir.
4. Bapak Slamet dan Tim Fortuna *Sub Assy Case* selaku kepala kelompok dan anggota *Sub Assy Case* yang telah memberikan informasi dan penjelasan dengan ramah.
5. Orang Tua yang telah memberikan motivasi dan dukungan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Teman magang di PT. Yamaha Indonesia yang telah membantu dalam penelitian Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu yang telah membantu dan mendukung sehingga tugas akhir ini selesai.

Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal baik yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah Subhanahu wa Taala. Amin.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini belum sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Agustus 2017
Penyusun,

Rani Sri Yulianti

ABSTRAK

PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan alat musik khususnya piano. Sub assy case salah satu bagian dari departemen assembly yang bertugas untuk merakit sub kabinet. Target produktivitas sub assy case adalah 15%. Produktivitas erat kaitannya dengan pemborosan. Cara untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan menghilangkan pemborosan-pemborosan. Pemborosan yang ditemukan di bagian sub assy case terdiri dari pemborosan gerakan, cacat, persediaan dan transportasi. Pemborosan ini didukung dengan nilai process cycle efficiency sub assy case sebesar 72% dan level sigma sebesar 3,668 yang berarti menghasilkan cacat dalam sejuta kemungkinan sebanyak 15074,587 unit. Penyebab utama pemborosan terdiri dari adanya kesalahan operator dalam memperlakukan atau proses kabinet karena sebagian besar proses perakitan masih manual, desain tempat kerja yang kurang efisien, adanya ketidaksinkronan antara permintaan piano utama (keyboard, sideboard dan lain-lain) dengan sub assy kabinet dari bagian Sub Assy Case dan adanya waktu antar proses yang berbeda serta kurangnya koordinasi antar bagian unit kerja. Perbaikan bagian Sub Assy Case untuk mengatasi pemborosan-pemborosan yang ada adalah adanya peningkatan kemampuan pekerja, mesin otomatis, menjaga area kerja tetap bersih dan adanya alat bantu yang dapat meminimalkan kesalahan pekerja dalam proses produksi serta desain tempat kerja yang lebih efisien.

Kata Kunci: *Pemborosan, lean six sigma dan sub assy case*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
SURAT KETERANGAN PELAKSANAAN TA	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Permasalahan	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	6
2.1 Kajian Deduktif.....	6
2.1.1 Definisi <i>Lean</i>	6
2.1.2 Jenis-Jenis Pemborosan (<i>Waste</i>).....	6
2.1.3 Definisi <i>Six Sigma</i>	8
2.1.4 Metodologi <i>Six Sigma</i>	8
2.1.5 <i>Lean Six Sigma</i>	9
2.1.6 SIPOC (<i>Supplier-Input-Process-Output-Customer</i>).....	9
2.1.7 <i>Value Stream Management</i>	10
2.1.8 <i>Process Cycle Efficiency</i>	11
2.1.9 <i>Pareto Diagram</i>	12
2.1.10 <i>Fishbone Diagram</i>	13
2.1.11 <i>Five Whys</i>	13
2.1.12 <i>Kaizen</i>	14
2.1.13 <i>Break Event Point</i>	14
2.2 Kajian Induktif	14

BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Objek Penelitian	19
3.2 Jenis Data	19
3.3 Pengumpulan Data	19
3.4 Kerangka Penelitian	20
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	24
4.1 Pengumpulan Data	24
4.1.1 Produk Yamaha.....	24
4.1.2 Proses Produksi di <i>Sub Assy Case</i>	25
4.1.3 Rencana Produksi	26
4.1.4 Data Cacat Produk	27
4.2 Pengolahan Data.....	33
4.2.1 <i>Define</i>	33
4.2.2 <i>Measure</i>	40
4.2.3 <i>Analysis</i>	49
4.2.4 <i>Improve</i>	54
4.2.5 <i>Control</i>	64
4.3 <i>Break Event Point</i>	64
4.4 Perbandingan Hasil Sebelum dan Setelah Penerapan	69
BAB V PEMBAHASAN.....	74
5.1 <i>Define</i>	74
5.2 <i>Measure</i>	78
5.3 <i>Analysis</i>	80
5.3.1 <i>Fishbone Diagram</i>	80
5.3.2 <i>Five Whys</i>	86
5.4 <i>Improve</i>	87
5.5 <i>Control</i>	91
5.1 <i>Break Event Point</i>	92
5.6 Perbandingan Sebelum dan Setelah Penerapan.....	92
BAB IV PENUTUP.....	94
6.1 Kesimpulan	94
6.2 Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan Kajian Induktif	17
Tabel 4. 1 Model <i>Upright</i> Piano	25
Tabel 4. 2 Rencana Produksi PT. Yamaha Indonesia Tahun 2017.....	27
Tabel 4. 3 Data Cacat <i>Top Board</i>	27
Tabel 4. 4 Data Cacat <i>Top Frame</i>	27
Tabel 4. 5 Data Cacat <i>Top Frame R/L</i>	28
Tabel 4. 6 Data Cacat <i>Fall Back</i>	28
Tabel 4. 7 Data Cacat <i>Fall Center</i>	29
Tabel 4. 8 Data Cacat <i>Fall Front</i>	29
Tabel 4. 9 Data Cacat <i>Hinge strip</i>	29
Tabel 4. 10 Data Cacat <i>Bottom Frame</i>	30
Tabel 4. 11 Rekap Data Cacat <i>Sub Assy Case</i> Tahun 2017	31
Tabel 4. 12 Penjelasan Cacat Tiap Kabinet	32
Tabel 4. 13 Penjelasan Pemborosan Gerakan	36
Tabel 4. 14 Klasifikasi <i>Value Added (VA)</i> dan <i>Non Value Added (NVA)</i>	37
Tabel 4. 15 Persentase Cacat Tiap Kabinet	40
Tabel 4. 16 Cacat Kabinet <i>Top Frame</i>	41
Tabel 4. 17 Cacat Kabinet <i>Fall Center</i>	42
Tabel 4. 18 Cacat Kabinet <i>Fall Front</i>	43
Tabel 4. 19 Cacat Kabinet <i>Bottom Frame</i>	43
Tabel 4. 20 <i>Defect Per Million Opportunities</i>	44
Tabel 4. 21 Penentuan <i>Critical to Quality</i>	45
Tabel 4. 22 <i>Value Added</i> dan <i>Non Value Added Time</i>	46
Tabel 4. 23 <i>Break Event Point Hinge Strip Bore Machine</i>	65
Tabel 4. 24 <i>Break Event Point Top Board Bore Machine</i>	66
Tabel 4. 25 <i>Break Event Point Horizontal Bore Machine</i>	67
Tabel 4. 26 <i>Break Event Point Vertical Bore Machine</i>	68
Tabel 4. 27 <i>Value</i> dan <i>Non Value Added Time</i> Setelah Perbaikan	70
Tabel 4. 28 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alur penelitian	21
Gambar 4. 1 <i>Upright Piano</i>	24
Gambar 4. 2 <i>Grand Piano</i>	25
Gambar 4. 3 Diagram SIPOC	34
Gambar 4. 4 <i>Value Stream Mapping</i>	35
Gambar 4. 5 Diagram Pareto Cacat Tiap Kabinet	41
Gambar 4. 6 Diagram Pareto Cacat <i>Top Frame</i>	42
Gambar 4. 7 Diagram Pareto Cacat <i>Fall Center</i>	42
Gambar 4. 8 Diagram Pareto Cacat <i>Fall Front</i>	43
Gambar 4. 9 Diagram Pareto Cacat <i>Bottom Frame</i>	44
Gambar 4. 10 Nilai Sigma Perbulan <i>Sub Assy Case</i>	45
Gambar 4. 11 Diagram <i>Fishbone</i> Cacat <i>Fall Front</i>	50
Gambar 4. 12 Diagram <i>Fishbone</i> Kurang Mundur <i>Fall Front</i>	50
Gambar 4. 13 Diagram <i>Fishbone</i> Oblak <i>Top Frame</i>	51
Gambar 4. 14 Diagram <i>Fishbone</i> Space <i>NG Bottom Frame</i>	51
Gambar 4. 15 Diagram <i>Fishbone</i> Space <i>NG Fall Center</i>	52
Gambar 4. 16 Diagram <i>Fishbone</i> Space <i>NG Top Frame</i>	52
Gambar 4. 17 Diagram <i>Fishbone</i> Banyaknya Persediaan	53
Gambar 4. 18 <i>Five whys</i> pemborosan transportasi	53
Gambar 4. 19 <i>Five whys</i> pemborosan transportasi	54
Gambar 4. 20 Modifikasi jig <i>Top Frame assy</i>	55
Gambar 4. 21 Modifikasi jig <i>Top Frame assy</i> U1J ke <i>Top Frame assy</i> P22.....	55
Gambar 4. 22 Modifikasi Jig <i>Fall Board assy</i>	56
Gambar 4. 23 Tempat jig <i>Top Frame</i> B2 dan B3	56
Gambar 4. 24 <i>Jig setting drill beat</i>	57
Gambar 4. 25 Tempat <i>upper shill metal</i>	57
Gambar 4. 26 Kotak <i>stock part</i>	57
Gambar 4. 27 Rak <i>long hinge</i>	58
Gambar 4. 28 Kotak <i>part Bottom Frame assy</i>	58
Gambar 4. 29 Tempat khusus cat.....	59
Gambar 4. 30 Kotak <i>music rest hinge</i>	59
Gambar 4. 31 Kotak khusus part	59
Gambar 4. 32 Jig <i>Top Board assy</i>	60
Gambar 4. 33 Jenis <i>cleat</i>	60
Gambar 4. 34 Mesin <i>router Fall Back</i>	60
Gambar 4. 35 Jig bor <i>Top Frame side</i>	61
Gambar 4. 36 Jig bor <i>Top Frame c ulj</i>	61
Gambar 4. 37 Bor <i>Hinge strip</i>	62
Gambar 4. 38 Alat ukur <i>Fall Back</i>	62
Gambar 4. 39 Check <i>Top Frame B1 (gauge)</i>	63
Gambar 4. 40 Mesin Bor Otomatis	63
Gambar 4. 41 <i>Value Stream Mapping</i> Setelah Perbaikan.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan perusahaan musik semakin dewasa ini semakin maju. Badan Pusat Statistik (2013) menyatakan ekspor alat musik selama periode 2008-2012 meningkat mencapai 8,96% (Kementrian Perdagangan Republik Indonesia, 2014). Selain itu, Indonesia menjadi negara pengekspor piano terbesar ketiga di dunia (Kamila, 2015). Keadaan demikian menjadi suatu peluang besar bagi perusahaan alat musik khususnya piano akan keberadaannya di pasar global.

PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan alat musik diantaranya piano, *electone*, pianika dan lain-lain. Pada bulan Oktober 1998, PT. Yamaha Indonesia memfokuskan produksi pada alat musik piano dengan luas area pabrik 15.711 m² yang terletak di Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur. Tiap tahun PT. Yamaha Indonesia selalu melakukan perubahan dan peningkatan dalam sistem produksi untuk mencapai keunggulan melalui *quality*, *cost* dan *delivery*. Untuk mencapai target tersebut PT. Yamaha Indonesia memerlukan suatu strategi dengan partisipasi dari seluruh bagian perusahaan melalui peningkatan dan perbaikan proses.

Departemen produksi di PT. Yamaha Indonesia terdiri dari *wood working*, *painting* dan *assembly*. Salah satu bagian dari *assembly* adalah *Sub Assy Case*. Tugas utama dari *Sub Assy Case* adalah menggabungkan kabinet yang disebut *sub assy* yang selanjutnya akan dikirim ke *case assy* untuk digabungkan menjadi satu piano utuh. Salah satu strategi PT. Yamaha Indonesia untuk mencapai target perusahaan pada periode 194 yaitu peningkatan produktivitas perorang sebesar 10%. Produktivitas adalah suatu perbandingan antara hasil yang dicapai dengan keseluruhan sumber daya yang diperlukan (Riyanto, 1986). Upaya peningkatan produktivitas tersebut memerlukan partisipasi dari semua bagian. Target peningkatan produktivitas *sub assy case* adalah 15%. Jumlah

produktivitas yang dicapai *Sub Assy Case* adalah 1,82 pada bulan April. Produktivitas tersebut masih jauh dari target yaitu 1,93 terbukti dengan seringnya karyawan harus mengambil jam kerja lembur sebagai akibat dari ketidaktercapaian target produksi perhari.

Dalam rangka peningkatan produktivitas ini tentunya harus ada suatu perubahan menuju proses yang lebih baik. Terdapat 7 pemborosan dalam industri manufaktur terdiri dari *overproduction, waiting time, transportation, process, inventory, motions* dan *defect product* (Gaspersz dan Fontana, 2011). Pemborosan tersebut berpengaruh terhadap tingkat produktifitas suatu bagian kerja. Berdasarkan perhitungan *work sampling* yang merupakan suatu teknik untuk mengetahui distribusi pemakaian waktu kerja oleh karyawan atau kelompok kerja di *Sub Assy Case* didapatkan *margin* pekerjaan sebesar 33%. *Margin* pekerjaan merupakan suatu pekerjaan yang tidak termasuk ke dalam kerja utama karyawan seperti bersih-bersih dan *manual handling*. Hal tersebut membuktikan bahwa masih adanya peluang untuk memperbaiki proses sehingga menjadi lebih efektif dengan mengurangi *margin* pekerjaan. *Margin* tersebut erat kaitannya dengan pemborosan.

Selain itu, hasil pekerjaan dari *Sub Assy Case* masih memberikan sejumlah temuan potensi *rework* atau *defect* produk sebanyak 2081 pada bulan Mei untuk keseluruhan kabinet yang dikerjakan di *sub assy case*. Dengan adanya *defect* tersebut tentunya akan berpengaruh pada waktu proses kerja karyawan karena adanya pekerjaan tambahan untuk memperbaiki produk cacat.

Permasalahan tersebut menandakan bahwa bagian *sub assy case* masih terdapat pemborosan-pemborosan yang memberikan peluang untuk dapat meningkatkan proses kerja menjadi lebih optimal. Toyota menerapkan suatu sistem yang disebut dengan *Toyota Production System* (TPS) yang bertujuan untuk mengefisiensikan proses produksi sehingga meminimalkan biaya yang dikeluarkan dan memaksimalkan keuntungan. Tingkat efisiensi ini sebagai ukuran tingkat pemborosan dari perusahaan. Salah satu *tools* yang digunakan Toyota untuk mengatasi pemborosan adalah *lean*. *Six Sigma* juga dikatakan sebagai metode yang berfokus pada proses dan pencegahan cacat (Snee, 1999). Pada penelitian Ramamoorthy (2007) di industri penerbangan menyatakan *lean six sigma* dapat memaksimalkan *shareholder value* melalui percepatan peningkatan dan perbaikan di dalam kepuasan konsumen. Selain itu, *lean six sigma* dapat mengidentifikasi peluang-peluang *improvement* terhadap waktu proses dan *defect*. Hasil penelitiannya dapat

membuktikan adanya penurunan *lead time* dari 26 hari menjadi 10 hari, pengurangan *defect* mencapai 30% dan dapat menghasilkan *saving* hingga 6000 dolar. Cima et al. (2011) menyatakan bahwa *lean six sigma* dapat meningkatkan efisiensi dengan menghilangkan nilai yang tidak bernilai tambah. Hasil penelitiannya dapat meminimalisir jumlah variansi, merampingkan proses pra operasi, mengurangi waktu tidak terpakainya kamar operasi, mengeliminasi aliran informasi yang berbalik, peningkatan keterlibatan karyawan dalam peningkatan kamar operasi.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan permasalahan dari penelitian ini adalah:

1. Berapa level sigma dan nilai PCE (*process cycle efficiency*) di bagian *Sub Assy Case*?
2. Apa saja faktor-faktor penyebab pemborosan di bagian *Sub Assy Case*?
3. Apa saja perbaikan yang dilakukan untuk mengatasi pemborosan di bagian *Sub Assy Case* PT. Yamaha Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui level sigma dan nilai PCE (*process cycle efficiency*) di bagian *Sub Assy Case*.
2. Mengetahui faktor-faktor penyebab pemborosan di *Sub Assy Case* PT. Yamaha Indonesia
3. Mengetahui perbaikan-perbaikan untuk menghilangkan 7 pemborosan di *Sub Assy Case* PT. Yamaha Indonesia

1.4 Batasan Permasalahan

Batasan dari penelitian ini adalah:

1. Perubahan data terbaru tidak diperhatikan. Data yang digunakan dimulai dari bulan Februari-Juni 2017.
2. Penelitian hanya menggunakan metode *lean six sigma* dan perbandingan dengan metode lain tidak dilakukan.

3. Penelitian hanya dilakukan pada bagian *Sub Assy Case* PT. Yamaha Indonesia.
4. Perbandingan setelah penerapan untuk pemborosan cacat tidak diperhitungkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis
Dapat mengaplikasikan kajian teori atau ilmu yang diambil ketika kuliah.
2. Bagi Perusahaan
Dapat dijadikan sebagai tolak ukur penetapan sistem peningkatan produktivitas dengan cara penerapan *lean six sigma*.
3. Bagi Pembaca
Dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dan dapat menjadi sumber wawasan baru.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dibahas mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan dari penelitian.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Dalam bab ini dibahas tentang teori-teori yang menjadi dasar dari penelitian yang terdiri dari kajian deduktif dan kajian induktif.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini dibahas tentang teknis pelaksanaan penelitian yang terdiri dari penentuan objek penelitian, identifikasi masalah, pengumpulan data dan tahapan pengolahan data.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini dibahas mengenai penjelasan data yang diambil, pengolahan data dan hasil yang diperoleh dengan analisis DMAIC.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai pembahasan atau diskusi berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang ada pada bab pendahuluan.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini dibahas mengenai kesimpulan dari penelitian dan saran baik untuk perusahaan maupun untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Deduktif

2.1.1 Definisi *Lean*

Lean merupakan upaya secara terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*Value Added*) produk (barang dan jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*) (Gaspersz dan Fontana, 2011). *Lean* merupakan metode optimal untuk memproduksi barang melalui peniadaan *waste* (pemborosan) (Moharom et.,al., 2013). Berdasarkan pernyataan tersebut maka yang disebut dengan *lean* adalah perubahan dalam menghilangkan pemborosan untuk meningkatkan nilai suatu perusahaan.

2.1.2 Jenis-Jenis Pemborosan (*Waste*)

Waste atau pemborosan merupakan sesuatu yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses pembuatan produk dari bahan baku menjadi barang jadi. Terdapat 7 jenis pemborosan yang terjadi di dunia industri (Gaspersz dan Fontana, 2011), yaitu:

a. *Over production*/ Produksi yang berlebih

Maksud dari pemborosan ini adalah adanya produksi melebihi kebutuhan atau memproduksi lebih awal dari waktu yang telah ditentukan. Hal ini menyebabkan adanya kelebihan tenaga kerja, kelebihan tempat penyimpanan dan biaya transportasi yang meningkat.

b. *Transportation*/ Transportasi

Transportasi merupakan proses membawa barang dalam proses (WIP) dalam jarak yang jauh, menciptakan angkutan yang tidak efisien atau memindahkan material, komponen atau barang jadi ke dalam atau keluar gedung atau antar proses sehingga mengakibatkan waktu penanganan material bertambah.

c. *Unicessary Inventories/* Persediaan yang kurang perlu

Persediaan material yang terlalu banyak, *work in process* yang terlalu banyak antara proses satu dengan yang lainnya sehingga membutuhkan ruang yang banyak untuk menyimpannya, barang jadi menyebabkan *lead time* yang panjang, barang kadaluarsa, barang rusak, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan dan keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, mesin rusak dan waktu *set up* yang panjang.

d. *Inappropriates Process/* Ketidaksesuain proses

Terjadi ketika metode kerja atau urutan kerja (proses) yang digunakan dirasa kurang baik dan fleksibel. Hal ini dapat terjadi ketika proses yang ada belum standar sehingga kemungkinan produk yang rusak akan tinggi. Adanya variasi metode yang dikerjakan operator. Melakukan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses komponen. Melakukan pemrosesan yang tidak efisien karena alat yang buruk dan rancangan produk yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan memproduksi barang cacat. Pemborosan juga terjadi ketika membuat produk yang memiliki kualitas lebih tinggi daripada yang diperlukan.

e. *Delays/Waiting Time/* Menunggu

Pemborosan karena menunggu untuk proses berikutnya. *Waiting* merupakan selang waktu ketika operator tidak menggunakan waktu untuk melakukan *value adding activity* dikarenakan menunggu aliran produk dari proses sebelumnya (*upstream*) yang disebabkan oleh kehabisan material, keterlambatan proses, mesin rusak dan *bottleneck*.

f. *Excess Motion/* Gerakan yang tidak perlu

Aktivitas/ gerakan yang kurang perlu dilakukan operator yang tidak menambah nilai dan memperlambat proses sehingga *lead time* menjadi lama seperti mencari, berjalan, meraih atau menumpuk komponen, alat dan lain sebagainya.

g. *Defects/* Produk cacat

Produk yang rusak atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Hal ini akan menyebabkan proses *rework* yang kurang efektif, tingginya komplain dari konsumen, serta inspeksi level yang sangat tinggi.

2.1.3 Definisi *Six Sigma*

Konsep *Six Sigma* mendefinisikan ulang pengertian kinerja kualitas sebagai tingkat kecacatan perjuta kemungkinan (*defect per million opportunities-dpmo*) (Evans & Lindsay, 2007). Dilihat dari sudut pandang statistik istilah *Six Sigma* berasal dari ukuran statistik, dimana sigma adalah standar deviasi dalam distribusi normal dengan probabilitas ± 6 (enam) dengan efektivitas sebesar 99,9996 %. Dalam *Six Sigma* hanya terdapat 3,4 kegagalan dalam sejuta kesempatan (Gaspersz, 2002). Beberapa tingkat pencapaian *sigma* dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tingkat pencapaian *sigma*

Prosentase yang memenuhi spesifikasi	DPMO	Level Sigma	Keterangan
31%	691.462	1-sigma	Sangat tidak kompetitif
69.20%	308.538	2-sigma	Rata-rata industri
93.32%	66.807	3-sigma	Indonesia
99.379%	6.210	4-sigma	Rata-rata industri USA
99.977%	233	5-sigma	
99.9997%	3.4	6-sigma	Industri kelas dunia

Sumber : Gasperz. 2002

Penentuan DPMO dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DPMO = \frac{\text{Banyak produk yang cacat}}{\text{Banyak produk yang diperiksa} \times CTQ \text{ potensial}} \times 1.000.000 \dots\dots\dots 2.(1)$$

2.1.4 Metodologi *Six Sigma*

Metode perbaikan pada *six sigma* adalah DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) yang dijelaskan sebagai berikut:

1. *Define* (Perumusan)

Tahap ini merupakan tahapan dalam menentukan masalah serta memberikan batasan dari kegiatan perbaikan. Pada tahap ini dilakukan identifikasi proses produksi dan identifikasi *seven waste*.

2. *Measure* (Pengukuran)

Tahap ini bertujuan untuk mengukur kecacatan yang terjadi dan tingkat efisiensi dari suatu proses produksi.

3. *Analyze* (Analisa)

Pada tahap ini merupakan tahapan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kegagalan atau kecacatan.

4. *Improve* (Perbaikan)

Setelah menemukan akar dari permasalahan yang ada kemudian diperlukan penetapan rencana dan tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini menjelaskan bentuk-bentuk dari pengawasan dan usaha-usaha untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi yaitu mengurangi pemborosan.

5. *Control* (Pengendalian)

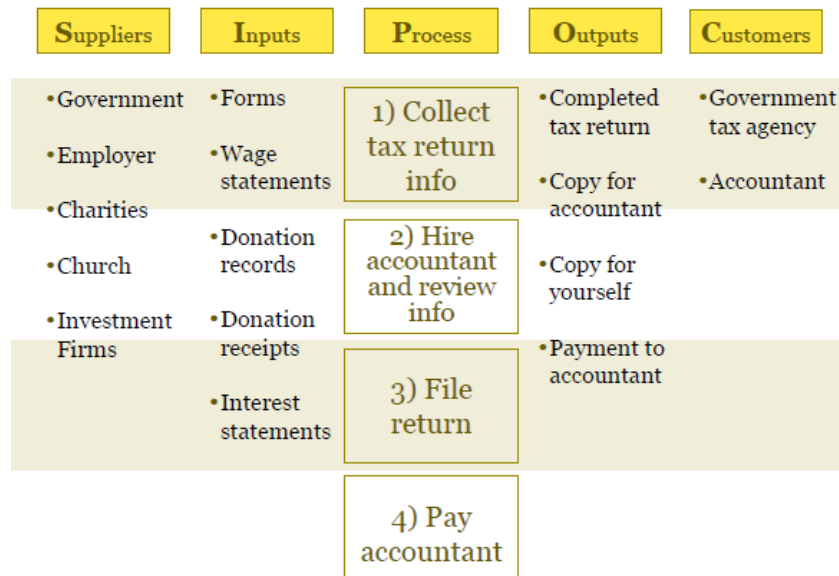
Hasil peningkatan kualitas berupa praktek terbaik yang sukses dalam peningkatan distandarisasi dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar.

2.1.5 *Lean Six Sigma*

Lean six sigma merupakan kombinasi antara *lean* dan *six sigma* yang dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal untuk mencapai tingkat kerja enam sigma dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempatan atau operasi 3,4 DPMO (*defect per million opportunities*) (Gaspersz dan Fontana, 2011).

2.1.6 SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*)

Diagram SIPOC memberikan garis besar elemen-elemen penting dalam suatu proses serta membantu menjelaskan siapa pelaku utama proses tersebut. Berikut adalah struktur umum diagram SIPOC:



Gambar 2. 1 SIPOC

(Sumber: Lean Ohio.2013)

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa SIPOC merupakan akronim dari 5 elemen yang ada, yaitu:

- Supplier*, merupakan orang atau kelompok yang memberikan informasi kunci, material ataupun sumber lain.
- Input*, segala sesuatu yang diberikan oleh *supplier* kepada proses.
- Process*, merupakan sekumpulan perangkat yang mentransformasi *input* menjadi *output* yang diinginkan oleh *costumer*.
- Output*, merupakan produk dari suatu proses.
- Costumer*, merupakan orang atau kelompok orang yang menerima *output*.

2.1.7 Value Stream Management

APICS *dictionary* (2010) menyatakan *value stream* sebagai suatu proses untuk membuat, memproduksi dan menyerahkan produk (barang dan jasa) ke pasar (Gaspersz dan Fontana, 2011). Untuk proses pembuatan barang (good), *value stream* mencakup pemasok bahan baku, manufaktur dan perakitan barang dan jaringan pendistribusian kepada pengguna dari barang itu. *Value Stream Mapping* adalah *tool* grafik dalam *Lean Manufacturing* yang membantu melihat *flow* material dan informasi saat produk berjalan melalui keseluruhan bisnis proses yang menciptakan *value* mulai dari *raw material* sampai diantar ke *customer*. Sebuah VSM adalah salah satu bentuk dari *process mapping*

yang menunjukkan secara detail aliran material, aliran informasi, parameter operasional *lead time*, *yield*, *uptime*, *frequency* pengiriman, jumlah *manpower*, ukuran *batch*, jumlah *inventory*, *setup time*, *process time*, efisiensi proses secara keseluruhan, dan lain-lain. Berikut adalah langkah yang perlu diterapkan dalam membentuk VSM (George, 2003):

- a. Menentukan produk tunggal atau keluarga produk yang akan dipetakan.
- b. Gambarkan aliran proses.
- c. Tambahkan aliran material pada peta yang dibuat.
- d. Tambahkan aliran informasi.
- e. Kumpulkan data-data proses dan hubungan data-data tersebut dengan tabel-tabel yang terdapat dalam *value stream mapping*.
- f. Masukkan data-data yang berhasil dikumpulkan ke dalam *value stream mapping*.
- g. Lakukan verifikasi dengan meminta orang lain yang bukan termasuk ke dalam tim pembuat tetapi memahami proses yang terjadi untuk melakukan perbandingan antara *value stream mapping* yang dibuat dengan keadaan sebenarnya.

2.1.8 Process Cycle Efficiency

Metrik PCE dapat menjelaskan bagaimana persentasi antara waktu proses terhadap waktu keseluruhan produksi yang dilakukan oleh pabrik. Berikut adalah rumus untuk menentukan efisiensi siklus proses:

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Total Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.(2)$$

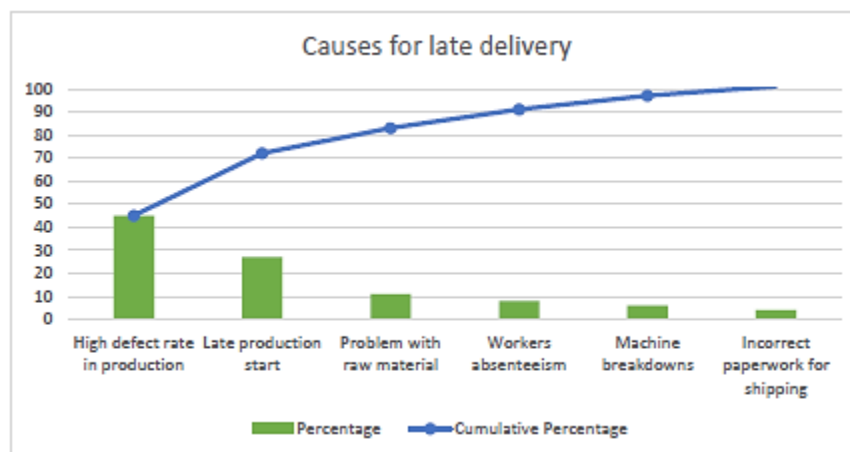
Suatu perusahaan dikatakan *lean* apabila mempunyai waktu proses yang bernilai tambah mencapai lebih dari 30% dari total *lead time* proses. Tabel di bawah ini menunjukkan nilai dari *typical cycle efficiency* dan *world cycle efficiencies*:

Tabel 2.2 *Typical and World-Class Cycle Efficiencies*

<i>Application</i>	<i>Typical Cycle Efficiency</i>	<i>World-Class Cycle Efficiency</i>
<i>Machining</i>	1%	20%
<i>Fabrication</i>	10%	25%
<i>Assembly</i>	15%	35%
<i>Continous Manufacturing</i>	30%	80%
<i>Business Process-Transactional</i>	10%	50%
<i>Business Process- Creative/ Cognitive</i>	5%	25%

2.1.9 Pareto Diagram

Pareto diagram menggambarkan frekuensi dari cacat/kesalahan yang diurutkan berdasarkan urutan terbesar sehingga dapat digunakan untuk mengetahui permasalahan yang menjadi prioritas perhatian. Berikut adalah gambar dari *pareto diagram*:



Gambar 2. 2 Contoh diagram Pareto

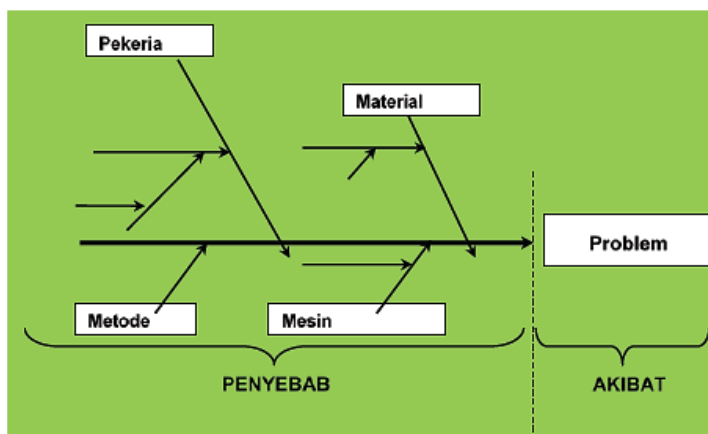
(Sumber: *Internasional Labour Organization*. 2013)

Hukum dari diagram pareto adalah 80/20 atau 80% dari cacat produk diakibatkan 20% penyebab. Proses penyusunan diagram pareto meliputi sebagai berikut (Besterfield, 1998):

- Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian dan sebagainya.
- Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik-karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, uni dan sebagainya.
- Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
- Merangkum data dan membuat *ranking* kategori data tersebut dari yang tertinggi hingga yang terkecil.
- Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
- Menggambar diagram batang yang menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat perhatian.

2.1.10 *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram adalah alat visual yang digunakan untuk mengatur secara logika kemungkinan penyebab untuk masalah tertentu atau efek dengan menampilkan secara grafis dengan merinci penyebab masalah. Tujuannya adalah membantu untuk mengidentifikasi akar penyebab dan memastikan pemahaman umum mengenai sebab-sebab yang menyebabkan masalah. Berikut adalah contoh dari *Fishbone diagram*:



Gambar 2. 3 Contoh Diagram *Fishbone*

(Sumber: *Internasional Labour Organization*. 2013)

Faktor yang sering digunakan untuk identifikasi penyebab masalah terdiri dari:

1. *Machine* (mesin, peralatan, infrastruktur): segala masalah terkait dengan aspek peralatan, mesin maupun alat fisik lainnya.
2. *Method* (prosedur kerja): segala masalah terkait dengan metode dan prosedur kerja.
3. *Material* (material bahan baku dan bahan baku penolong): berkaitan dengan ketersediaan bahan baku utama atau bahan baku penolong yang terkait dengan akar masalah.
4. *Man power* (tenaga kerja): segala hal permasalahan yang terkait dengan aspek tenaga kerja.

2.1.11 *Five Whys*

Five whys adalah suatu metode untuk menggali penyebab masalah secara mendalam dan sistematis untuk menemukan penanggulangan yang lebih. Taichi Ohno menjelaskan bahwa 5 *whys* adalah dasar dari pendekatan untuk pemecahan masalah yang sebenarnya

membutuhkan identifikasi akar penyebab bukan sumber, karena akar penyebab terletak tersembunyi di balik sumber. Cara pengerjaan 5 *whys* yaitu:

1. Menjabarkan masalah yang ditemukan.
2. Bertanya mengapa masalah dapat terjadi dan menuliskan jawaban di bawah masalah.
3. Jika jawaban yang dikemukakan belum terjawab pada permasalahan yang dijabarkan sebelumnya maka lanjutkan bertanya mengapa dan tulis jawabannya ke bawah.

2.1.12 *Kaizen*

Kaizen dalam bahasa Jepang adalah perbaikan berkesinambungan. Maksudnya adalah perbaikan yang melibatkan semua orang baik manajer maupun karyawan dan melibatkan biaya dalam jumlah tak seberapa (Imai, 1998) sehingga *kaizen* adalah usaha perbaikan yang dilakukan secara terus menerus dan melibatkan semua orang dalam perusahaan.

2.1.13 *Break Event Point*

Break Event Point merupakan suatu keadaan dimana dalam operasinya, perusahaan tidak memperoleh laba dan tidak menderita rugi atau dengan kata lain penerimaan sama dengan biaya ($TR=TC$) (Riyanto B. , 2001).

$$BEP = \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Harga Jual Per Unit} - \text{Biaya Variabel Perunit}} \dots\dots\dots 2.(3)$$

Depresiasi adalah penurunan nilai fisik barang dengan berlalunya waktu dan penggunaan.

2.2 **Kajian Induktif**

Penelitian yang dilakukan oleh Miftachul Arifin dan Hari Supriyanto (2012) membahas mengenai penanganan masalah pemborosan di PT. Philips Lighting Surabaya departemen GLS (*General Lighting Services*). Metode yang digunakan untuk menangani permasalahan tersebut adalah *lean six sigma* dengan metodologi DMAIC. Teknik tambahan yaitu *value stream mapping* untuk mengidentifikasi pemborosan dan ditambah dengan *tools RCA (5 whys)* dan FMEA sebagai alat untuk mencari penyebab permasalahan. Hasil penelitian yang didapatkan adalah terdapatnya 3 pemborosan utama yaitu *environment health and safety waste* yang disebabkan oleh *defect bulb*; *defect* dari mesin *finishing* meliputi banyaknya jenis *coil* yang dibutuhkan, material *bulb* dan *flare* yang kurang baik, *pinching burner* yang kurang sesuai, LIW yang bengkok, *setting* gunting *pumping* dan gas pembakaran *pinching burner* yang kurang sesuai serta lubang

stengel yang kotor; dan *waiting* yang disebabkan oleh rusaknya *roller element*, kurang sesuai *setting* pacul *inserting element* dan posisi *button burner* pada mesin *mounting*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sinurmaida Gulton et.,al. (2013) membahas mengenai pemborosan yang terjadi di PT. XYZ bidang produksi transformator dengan menitikberatkan kepada kecacatan produk transformator 25 kVa 3Ø . Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *lean six sigma* dengan metodologi DMAIC. Penentuan aktivitas *Value Added time* dan *Non Value Added time* digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan, diagram *5 why* digunakan untuk mencari akar permasalahan dan diagram sebab akibat untuk menemukan penyebab permasalahan. Hasil penelitian sebelum perbaikan diperoleh berupa nilai PCE (*process cycle efficiency*) yaitu 82% , nilai sigma 3, 85 dan setelah perbaikan nilai PCE menjadi 89% dan tingkat sigma 4,32. Solusi yang ditawarkan adalah penerapan prosedur kerja di penggulungan kumparan, metode 5S, perawatan mesin, pelatihan operator dan peningkatan fungsi pengawasan.

Sri Indrawati dan Muhammad Ridwansyah (2015) melakukan penelitian mengenai kemampuan proses perusahaan dalam ketercapaian target dengan menggunakan *lean six sigma* dan *process activity mapping* dan *failure mode and effect (FMEA)* di PT. S. bidang industri bijih besi. Hasil dari penelitian ini adalah level sigma yang didapatkan sebesar 2,97 dengan 33,67% aktivitas tidak bernilai tambah dan 14,2% adalah aktivitas yang tidak diperlukan. Maka solusi yang ditawarkan adalah berupa mendesain ulang *chute dust collector*, standar kerja, BC 05 erection, penerapan vibro meter dan nitrogen plant.

Penelitian yang dilakukan oleh Adrian Pugna et.,al. (2016) membahas mengenai peningkatan berkelanjutan yang dilakukan di lini produksi produk setengah barang jadi di bagian *assembly* perusahaan otomotif dengan menggunakan metode DMAIC *six sigma*. Hasil yang didapatkan adalah berupa peningkatan Cpk dari 0,96 menjadi 1,72, level sigma jangka pendek meningkat dari 2,9 menjadi 5,2, level sigma jangka panjang meningkat dari 1,4 menjadi 3,7, DPMO berkurang dari 81 menjadi 108, mengurangi kecacatan sebesar 40% dari perbaikan proses dan 30% dari pemilihan pemasok yang sesuai.

Khalil A. El-Namrouty dan Mohammed S. Abu Shaaban (2013) membahas mengenai pengurangan biaya produksi dan hubungan antara *lean manufacturing* dengan pemborosan yang terjadi di Gaza Strip Manufacturing Firms. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *wastes relations matrix (WRM)* dan statistik. Hasil dari

penelitian ini adalah *lean manufacturing* merupakan pendekatan untuk mengidentifikasi pemborosan dan sebanding dengan pengurangan biaya produksi.

Daniela L. Antunes et., al. (2013) membahas mengenai peningkatan keberlanjutan dengan mengidentifikasi variabel yang berpengaruh terhadap kualitas dan performansi proses bahan baku sehingga dapat menghilangkan cacat yang dihasilkan. Metode yang digunakan untuk permasalahan ini adalah dengan menggunakan six sigma. Hasil dari penelitian ini adalah dapat menghilangkan cacat sebesar 80% dengan cara meningkatkan pelayanan pelanggan, meningkatkan produktivitas dan *repacking*.

Tan Ping Yi et.,al. (2015) dalam penelitiannya membahas mengenai masalah kehilangan komponen elektronik di perusahaan penggabungan elektronik yang berpengaruh kepada perencanaan material dan biaya manufaktur. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan pendekatan DMAIC dengan kerangka pikir *lean*. Hasil dari penelitian ini adalah dapat menghilangkan permasalahan kehilangan komponen pada level rendah dengan cara *layout* stasiun saat penyusunan, prosedur memasukan dan mengeluarkan komponen yang disesuaikan dengan operator.

Penelitian dari Nicholas Roth dan Matthew Franchetti (2010) membahas mengenai peningkatan proses di perusahaan percetakan sehingga dapat meningkatkan *output* dengan prinsip six sigma dan lean. Permasalahan yang terjadi adalah kira-kira terdapat 30% pekerja melakukan aktivitas tidak bernilai tambah, terdapat penundaan mesin sehingga berpengaruh kepada produktivitas dan efisiensi jumlah pekerja yang diperlukan untuk pengerjaan mesin.

Ruy Victor B. De Souza dan Luiz Cesar R. Carpinetti (2013) melakukan penelitian untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi dan memprioritaskan tindakan untuk meminimalkan pemborosan tersebut. Metode yang digunakan adalah dengan pendekatan *lean* dan FMEA (*failure mode and effect analysis*). Hasil dari penelitian ini adalah terdapat beberapa tindakan untuk menghilangkan pemborosan yang dikategorikan kedalam beberapa prioritas tinggi, sedang dan rendah yang didapat dari nilai WPN dan CPN.

Paul M. Gibbons dan Stuart C. Burgess (2010) membahas mengenai pengenalan *framework* baru dengan ukuran OEE (*overall equipment effectiveness*). Metode yang digunakan adalah studi percontohan dengan menggabungkan penelitian studi kasus dengan penelitian yang dilakukan.

Zakaria Dakhli et.,al. (2016) meneliti mengenai implementasi lean six sigma pada konstruksi residen yang ditujukan kepada ketidakpuasan *client*. Pada tahap *define* menetapkan bahwa waktu pengiriman sebagai permasalahan. Tahap *measure* menetapkan bahwa terdapat 57% klien tidak puas dengan adanya penundaan dalam pengiriman produk. Tahap Analisis menetapkan akar penyebab permasalahan tersebut adalah subkontaktor, kualitas tanah, kekurangan keterampilan dan koordinasi tim yang buruk dan cuaca. Tahap *improve* perbaikan secara terus-menerus berupa pengembangan dan manajemen yang lebih baik. Tahap *control* menekankan kepada persiapan indikator utama, tertinggal dan persepektif untuk perbaikan.

GLD Wickramasinghe dan Vathsala Wickramasinghe (2017) meneliti mengenai pengaruh dari implementasi *lean* dengan durasi pengimplementasian tersebut. Metode yang digunakan adalah survei kepada 1189 responden dari perusahaan ekspor textile dan bahan jadi yang terletak di Sri Lanka. Hasil dari penelitian ini menghasilkan semakin lama waktu durasi maka *lean* yang ada akan semakin beraneka ragam.

Henrik Sternberg et.,al. (2012) membahas mengenai aktivitas yang berhubungan dengan peningkatan kualitas dan efisiensi di motor *carrier*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menganalisis data kualitatif dari tinjauan pustaka dan wawancara yang ditujukan kepada para ahli. Hasil dari penelitian ini adalah terdapatnya proses pengoperasian motor yang tidak efektif.

Shubham Mittal et.,al (2016) membahas mengenai proses untuk meminimalkan 7 pemborosan dengan memaksimalkan aliran produksi. Metode yang digunakan adalah dengan mengaplikasikan sistem *lean* dengan tambahan alat *value stream map*. Hasil dari penelitian ini adalah terjadi peningkatan produksi karena turunnya *downtime* dan adanya penurunan waktu siklus.

Tabel 2. 1 Ringkasan Kajian Induktif

Peneliti	Tahun	Objek Penelitian	Metode
Miftachul Arifin dan Hari Supriyanto	2012	PT. Philips Lighting Surabaya departemen GLS (<i>General Lighting Services</i>)	<i>Lean six sigma</i> dengan metodologi DMAIC. Teknik tambahan yaitu <i>value stream mapping</i> , <i>RCA (5 whys)</i> dan FMEA

Peneliti	Tahun	Objek Penelitian	Metode
Sinurmaida Gulton et.,al.	2013	PT. XYZ bidang produksi transformator	<i>lean six sigma</i> dengan metodologi DMAIC
Sri Indrawati dan Muhammad Ridwansyah	2015	PT. S. bidang industri bijih besi	<i>lean six sigma</i> dan <i>process activity mapping</i> dan <i>failure mode and effect (FMEA)</i>
Adrian Pugna et.,al.	2016	Bagian <i>assembly</i> perusahaan otomotif	DMAIC <i>six sigma</i>
Khalil A. El-Namrouty dan Mohammed S. Abu Shaaban	2013	Gaza Strip Manufacturing Firms	<i>wastes relations matrix (WRM)</i> dan statistik
Daniela L. Antunes et., al.	2013	Area Logistik Internal	Six sigma
Tan Ping Yi et.,al.	2015	Perusahaan penggabungan elektronik	Pendekatan DMAIC dengan kerangka pikir <i>lean</i>
Nicholas Roth dan Matthew Franchetti	2010	Perusahaan percetakan	Six sigma dan <i>lean</i>
Ruy Victor B. De Ssouza dan Luiz Cesar R. Carpinetti	2013	Bagian produksi	Pendekatan <i>lean</i> dan FMEA (<i>failure mode and effect analysis</i>).
Paul M. Gibbons dan Stuart C. Burgess	2010	Pabrik manufaktur tunggal dengan produk serupa dan batch besar	OEE (<i>overall equipment effectiveness</i>)
Zakaria Dakhli et.,al.	2016	Konstruksi residen	Lean six sigma
GLD Wickramasinghe dan Vathsala Wickramasinghe	2017	Perusahaan ekspor textile dan bahan jadi yang terletak di Sri Lanka	Pengaruh dari implementasi <i>lean</i> dengan durasi pengimplementasian
Henrik Sternberg et.,al.	2012	<i>Motor Carrier</i>	Analisis data kualitatif
Shubham Mittal et.,al	2016	Rekayasa proses dan sistem produksi global (GPS)	Sistem <i>lean</i> dengan tambahan alat <i>value stream map</i>
Peneliti	2017	PT. Yamaha Indonesia departemen <i>assembly</i> bagian <i>Sub Assy Case</i>	<i>Lean six sigma</i> dengan alat <i>visual stream mapping</i> , <i>5 whys</i> , <i>Fishbone</i> dan <i>pareto diagram</i> .

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian ini dilakukan di departemen *assembly* bagian *Sub Assy Case* PT. Yamaha Indonesia yang terletak di Jalan Rawa Gelam 1, Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur dengan 7 operator produksi, 1 operator *handling* dan 2 ketua kelompok. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan Maret sampai Juni 2017.

3.2 Jenis Data

Jenis data yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

- a. Data primer berupa data yang didapatkan secara langsung dari subjek penelitian. Data ini diperoleh dari hasil wawancara dan observasi.
- b. Data sekunder merupakan data yang tidak didapatkan secara langsung dari subjek penelitian yaitu berupa buku, jurnal, data historis dan lain-lain. Berdasarkan pengamatan tersebut maka dapat terlihat sebuah permasalahan yang perlu untuk diperbaiki.

3.3 Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Wawancara
Wawancara dilakukan dengan beberapa karyawan untuk mendapatkan data berupa alur produksi, permasalahan dan penyebab permasalahan yang ada di lapangan yang menyangkut pemborosan dan diskusi penyelesaian masalah.
- b. Observasi

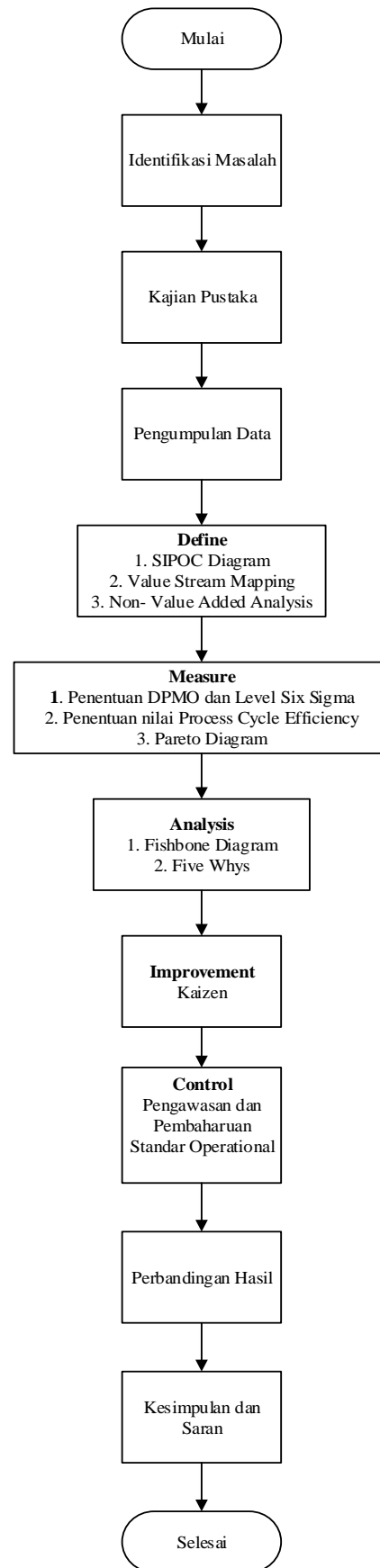
Observasi dilakukan dengan mengamati segala aktivitas yang terjadi dalam produksi khususnya yang berkaitan dengan pemborosan seperti gerakan dan proses produksi yang dilakukan bagian *Sub Assy Case* yang nantinya akan dinilai apakah pengendalian tersebut sudah efisien atau tidak. Data yang dikumpulkan saat observasi adalah proses produksi, temuan masalah dan pemborosan yang terjadi serta kesesuaian perbaikan yang dilakukan.

c. Kajian pustaka

Kajian pustaka merupakan pengumpulan data dengan cara mencari data dari referensi-referensi historis yang valid seperti jurnal, buku, dokumen dan lain sebagainya yang mendukung dalam penelitian. Pada penelitian ini data yang dikumpulkan berupa profil perusahaan, data cacat dari bagian *final check*, *know how* dari bagian *quality control* dan rencana produksi dari bagian *production engineering*.

3.4 Kerangka Penelitian

Kerangka pikir pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Alur penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan gambaran dari alur proses penelitian yang dimulai dari identifikasi permasalahan sampai kesimpulan dan saran. Adapun penjelasan mengenai alur proses penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan permulaan penelitian yang menjadikan landasan untuk dibahas. Identifikasi ditujukan di bagian *Sub Assy Case* yang menitikberatkan kepada pemborosan yang terjadi sehingga menyebabkan kerugian.

2. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan dengan cara membaca dan mengkaji buku-buku, penelitian-penelitian sebelumnya mengenai metode penyelesaian masalah untuk pemborosan dan yang mendukung lainnya khususnya *lean six sigma*.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data terbagi menjadi dua yaitu secara langsung yang berasal dari hasil wawancara dan observasi dan secara tidak langsung yang berasal dari jurnal dan data historis yang mendukung penelitian.

4. *Define*

Tahap ini merupakan tahapan dalam menentukan masalah. Metode yang digunakan untuk menemukan permasalahan yang terjadi adalah pertama dengan identifikasi SIPOC untuk mengetahui alur produksi yang dimulai dari luaran/*supplier-input-process-output* dan *costumer*. Metode yang kedua adalah menggunakan *value stream mapping* yang dapat menggambarkan keseluruhan rangkaian proses sehingga dapat diketahui pemborosan apa saja yang terjadi. Metode ketiga adalah dengan memetakan aktivitas yang bernilai tambah dan tak bernilai tambah yang digunakan untuk mengetahui pemborosan-pemborosan yang ada dalam setiap aktivitas pekerjaan sehingga dapat dijadikan acuan untuk meningkatkan proses kerja.

5. *Measure*

Tahap ini bertujuan untuk mengukur permasalahan yang terjadi sehingga lebih jelas. Pertama adalah dengan memprioritaskan masalah dengan menggunakan diagram pareto. Kemudian menentukan DPMO dan level sigma untuk mengetahui kondisi perusahaan mengenai persentase jumlah cacat yang dihasilkan. Untuk pengukuran pada pemborosan atau efisiensi proses produksi digunakan *process cycle efficiency* untuk mengukur efisiensi dari proses yang dilakukan.

6. *Analysis*

Tahap analisis ini dilakukan untuk mencari penyebab permasalahan-permasalahan yang terjadi. Metode yang digunakan pada tahap ini yaitu *Fishbone diagram* yang bertujuan untuk mencari penyebab permasalahan berdasarkan prinsip 4M+1L yaitu manusia, metode, material, mesin dan lingkungan. Selain itu, metode *five whys* juga digunakan untuk menganalisis permasalahan yang lebih sederhana.

7. *Improve*

Pada tahap *improve* ini merupakan tahap pemilihan solusi terhadap penyebab akar permasalahan. Metode yang digunakan sebagai solusi pada tahap ini adalah *kaizen* atau perbaikan secara terus menerus baik berupa penyederhanaan proses, 5S, *visual management* dan lain-lain.

8. *Control*

Tahap ini merupakan tahap terakhir dimana segala bentuk perbaikan didokumentasikan dan dipantau sehingga sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Metode yang digunakan pada tahap ini adalah dengan adanya *standard of procedure* yang baru dan dokumentasi kegiatan sebagaimana yang telah dilakukan perubahan.

9. Perbandingan Hasil

Pada tahap ini disajikan hasil perbandingan sesuai dengan tahapan-tahapan yang telah dilakukan melalui *define, measure, analysis, improve* dan *control* antara sebelum dan sesudah dilakukan penerapan perbaikan dan ditambahkan dengan analisis harga beli dan keuntungan yang didapat untuk alternatif perbaikan mesin.

10. Kesimpulan dan Saran

Berupa inti dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran yang disampaikan baik untuk perusahaan, pembaca dan penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Produk Yamaha

PT. Yamaha Indonesia didirikan pada tanggal 27 Juni 1974 dan merupakan perusahaan perseroan terbatas tertutup karena pemilikan saham masih dalam kalangan internal. Visi dari PT. Yamaha Indonesia adalah menciptakan berbagai produk dan pelayanan yang mampu memuaskan berbagai macam kebutuhan dan keinginan dari berbagai pelanggan Yamaha di seluruh dunia. Produk yang dihasilkan PT. Yamaha Indonesia meliputi Piano, electone, pianika dan lain-lain. Namun sejak bulan Oktober 1998, PT. YI fokus memproduksi piano dengan lokasi pabrik di kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur. Piano yang dihasilkan PT. Yamaha Indonesia terdiri dari:

- a. *Upright piano* yaitu jenis piano dengan posisi *vertical* atau tegak. Berikut adalah contoh dari jenis *upright piano*:



Gambar 4. 1 Upright Piano

(Sumber: PT. Yamaha Indonesia)

- b. *Grand piano* yaitu jenis piano dengan posisi horizontal. Berikut adalah contoh dari jenis *grand piano*:



Gambar 4. 2 Grand Piano

(Sumber: PT. Yamaha Indonesia)

Sub Assy Case merupakan bagian dari departemen *assembly* PT. Yamaha Indonesia. Bagian tersebut hanya memproduksi jenis *upright piano* dengan klasifikasi model sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Model *Upright Piano*

Klasifikasi	Model
Reguler	B1,JU109,K109
	B2,JX,B113,K113
	B3,B121
Furniture	U1J
	P116
	P121
	K121
	<i>Cambridge</i>
	<i>Oxfoc</i>
	<i>Concerto</i>
	<i>Concervatoire/P124</i>
	<i>Chopin</i>
	<i>Classic T</i>
	P22
	Satin
	M2
M3	
M5	

4.1.2 Proses Produksi di *Sub Assy Case*

Sub Assy Case bertugas untuk menggabungkan beberapa *sub case* yang kemudian digabungkan menjadi piano utuh di bagian *case assy*. Terdapat 9 kabinet atau *part* yang digabungkan di bagian ini yang terdiri dari *top board*, *fall front*, *fall back*, *fall center*,

music desk, top frame, bottom frame, hinge strip dan *key block*. Berikut adalah proses produksi yang disesuaikan dengan hasil produk *Sub Assy Case*:

a. *Top Board*

Top Board merupakan bagian atas piano. Proses produksi *Top Board* di bagian *Sub Assy Case* diawali dengan pengeboran *Top Board* kemudian pemasangan *hinge* pada *Top Board* dengan bantuan alat *screw driver*.

b. *Fall Center*

Penggabungan antara *fall Back, fall front, music desk* dan *fall Center* disebut dengan *fall center assy*. Bagian tersebut digunakan sebagai penutup *keyboard* piano. Proses produksi dari *fall center assy* diawali dengan pengeboran *fall front, Fall Back* dan *fall center* oleh mesin bor. *Fall center* dan *fall back* dipasang *hinge* kemudian digabungkan. Sebelum penggabungan dengan *fall center*, untuk model piano B2 dan B3 *fall back* dipasang metal dahulu kemudian dilakukan proses *router*. Setelah itu pemasangan *hinge* pada *music desk*. Terakhir adalah penggabungan antara *fall back, fall front, music desk* dan *fall center* dengan bantuan alat *screw driver*.

c. *Top Frame* dan *Bottom frame*

Top dan *Bottom Frame* merupakan kerangka luar atas dan bawah piano. Proses produksi dari *top* dan *Bottom Frame* diawali dengan pemasangan *cleat* kemudian pengeboran oleh mesin bor horizontal. *Top frame* kemudian dirakit dengan *fall center assy*.

d. *Hinge strip*

Proses produksi dari *Hinge strip* dimulai dengan pengeboran dengan mesin bor kemudian pemasangan *felt*.

e. *Key block*

Proses produksi dari *key block* dimulai dengan pemasangan *cleat*, pengepressan kemudian belah *keyblock*.

4.1.3 Rencana Produksi

Berikut adalah rencana produksi setiap bulan *upright piano* PT. Yamaha Indonesia:

Tabel 4. 2 Rencana Produksi PT. Yamaha Indonesia Tahun 2017

Bulan	Produksi
Februari	1986
Maret	2118
April	1711
Mei	1995
Juni	1427

(Sumber: Data PSI 194, Departemen *Production Engineering*)

Rencana produksi di atas berpengaruh kepada jumlah kabinet/ *part* yang harus dihasilkan oleh *Sub Assy Case*. Satu piano terdiri dari satu *top board*, *fall back*, *fall center*, *musik desk*, *top frame*, *bottom frame*, *hinge strip* dan *key block* sehingga ketika pada bulan Februari rencana produksi piano yaitu 1986 maka *Sub Assy Case* harus menyiapkan 1986 unit tiap kabinetnya untuk menyusun sebuah piano.

4.1.4 Data Cacat Produk

Cacat produk merupakan temuan ketidaksesuaian dengan standar pada suatu produk. Berikut merupakan data temuan dari bagian *final check* yang berhubungan dengan bagian *Sub Assy Case*:

Tabel 4. 3 Data Cacat *Top Board*

Bulan	Cacat	Space NG
Februari	62	36
Maret	112	61
April	107	18
Mei	213	34
Juni	81	9
Jumlah	575	158

(Sumber: Data Temuan, Bagian *final check* UP)

Potensi temuan pada *Top Board* terbagi menjadi cacat dan *Space NG*. Temuan yang sering ditemukan adalah cacat atau kerusakan pada kabinet dengan total jumlah temuan 575 selama 5 bulan.

Tabel 4. 4 Data Cacat Top Frame

Bulan	Renggang	Oblak	Cacat	Space NG
Februari	0	46	22	49
Maret	117	61	33	57
April	143	24	19	51

Bulan	Renggang	Oblak	Cacat	Space NG
Mei	200	75	41	85
Juni	83	73	20	34
Jumlah	543	279	135	276

(Sumber: Data Temuan, Bagian *final check* UP)

Potensi temuan pada *Top Frame* terbagi kedalam renggang, oblak, cacat dan *Space NG*. Temuan yang paling sering ditemukan pada *Top Frame* adalah kerenggangan yaitu bagian *Top Frame* dan bagian *Fall Back* ditemukan tidak menempel sehingga terdapat *space* dengan jumlah 543 unit selama 5 bulan.

Tabel 4. 5 Data Cacat *Top Frame R/L*

Bulan	Renggang	Cacat	Tinggi
Februari	0	5	0
Maret	258	2	0
April	114	1	0
Mei	211	5	1
Juni	63	3	2
Jumlah	646	16	3

(Sumber: Data Temuan, Bagian *final check* UP)

Potensi temuan pada *Top Frame R/L* terdiri dari renggang, cacat dan tinggi. Temuan yang paling sering didapatkan yaitu kerenggangan dengan jumlah 646 unit selama 5 bulan. Permasalahan ini hampir sama dengan temuan pada *Top Frame* yaitu pada bagian *Top Frame R/L* dan *Fall Back* ditemukan tidak menempel.

Tabel 4. 6 Data Cacat *Fall Back*

Bulan	Oblak	Cacat
Februari	58	26
Maret	65	31
April	49	17
Mei	33	22
Juni	36	3
Jumlah	241	99

(Sumber: Data Temuan, Bagian *final check* UP)

Potensi temuan pada *Fall Back* terdiri dari oblak dan cacat. Temuan yang paling sering didapatkan adalah oblak dengan jumlah 241 unit selama 5 bulan. Maksud dari oblak

adalah bagian pemasangan *Fall Back* yang tidak sesuai sehingga apabila digeser *Fall Back* tersebut terangkat.

Tabel 4. 7 Data Cacat *Fall Center*

Bulan	Cacat	Space NG
Februari	48	103
Maret	83	114
April	48	131
Mei	58	123
Juni	18	39
Jumlah	255	510

(Sumber: Data Temuan, Bagian *final check* UP)

Potensi temuan pada *Fall Center* terdiri dari cacat dan *Space NG*. Temuan yang paling sering didapatkan adalah *Space NG* dengan jumlah 510 unit selama 5 bulan.

Tabel 4. 8 Data Cacat *Fall Front*

Bulan	Renggang	Kurang Mundur	Cacat	Space NG	Tinggi
Februari	0	66	57	0	53
Maret	4	80	115	0	128
April	7	210	84	0	86
Mei	20	158	198	0	180
Juni	2	59	73	1	37
Jumlah	33	573	527	1	484

(Sumber: Data Temuan, Bagian *final check* UP)

Potensi temuan pada *fall front* terdiri dari renggang, kurang mundur, cacat, *Space NG*, dan tinggi. Temuan yang paling sering didapatkan pada *fall front* adalah kurang mundur dengan jumlah 573 unit selama 5 bulan.

Tabel 4. 9 Data Cacat *Hinge strip*

Bulan	Cacat
Februari	31
Maret	13
April	6
Mei	14

Bulan	Cacat
Juni	4
Jumlah	68

(Sumber: Data Temuan, Bagian *final check UP*)

Temuan yang sering ditemukan pada *Hinge strip* hanya cacat dengan jumlah 68 unit selama 5 bulan. Temuan cacat ini biasanya merupakan cacat sebagai akibat dari goresan atau gumpal.

Tabel 4. 10 Data Cacat *Bottom Frame*

Bulan	Renggang	Kurang Mundur	Cacat	Space NG
Februari	0	64	6	83
Maret	27	77	10	165
April	5	73	10	248
Mei	1	153	11	246
Juni	2	39	9	101
Jumlah	35	406	46	843

(Sumber: Data Temuan, Bagian *final check UP*)

Potensi temuan pada *Bottom Frame* terdiri dari renggang, kurang mundur, cacat dan *Space NG*. Temuan yang sering didapatkan pada *Bottom Frame* yaitu *Space NG* dengan jumlah 843 unit selama 5 bulan.

Tabel 4. 11 Rekap Data Cacat *Sub Assy Case* Tahun 2017

Bulan	<i>Top Board</i>	<i>Top Frame</i>	<i>Top Frame R/L</i>	<i>Fall Back</i>	<i>Fall Center</i>	<i>Fall Front</i>	<i>Hinge strip</i>	<i>Bottom Frame</i>	Total
Februari	98	117	5	84	151	176	31	153	815
Maret	173	268	260	96	197	327	13	279	1613
April	125	237	115	66	179	387	6	336	1451
Mei	247	401	217	55	181	556	14	411	2082
Juni	90	210	68	39	57	172	4	151	791
Jumlah	733	1233	665	340	765	1618	68	1330	6752

Tabel 4.11 menjelaskan mengenai jumlah potensi temuan setiap bulan pada kabinet yang dikerjakan di *Sub Assy Case*. Dari bulan Januari sampai Juni kabinet yang paling banyak ditemukan temuan terdiri dari *fall front* dengan jumlah 1618 unit, *Bottom Frame* dengan jumlah 1330 unit dan *Top Frame* dengan jumlah 1233 unit. Total potensi temuan *Sub Assy Case* dari bulan Februari sampai dengan Juni tahun 2017 adalah 6752 unit.

Tabel 4. 12 Penjelasan Cacat Tiap Kabinet

No.	Cacat	Penjelasan
1.	<i>Cacat Top Board</i>	<i>Top Board</i> terkena goresan, gumpal atau rusak akibat terkena gesekan saat proses kerja atau saat pengiriman barang.
2.	<i>Space NG Top Board</i>	Terdapat <i>space</i> pada bagian tertentu. Biasanya apabila bagian kanan kurang di bagian kiri akan kelebihan.
3.	Renggang <i>Top Frame</i>	<i>Top Frame</i> tidak rekat merata atau masih terdapat celah dengan <i>Fall Back</i> .
4.	Oblak <i>Top Frame</i>	<i>Top Frame</i> goyang sebagai akibat kesalahan pemasangan atau ukuran bagian tertentu.
5.	<i>Cacat Top Frame</i>	<i>Top Frame</i> terkena goresan, gumpal atau rusak akibat terkena gesekan saat proses kerja atau saat pengiriman barang.
6.	<i>Space NG Top Frame</i>	Terdapat <i>space</i> pada bagian tertentu. Biasanya apabila bagian kanan kurang di bagian kiri akan kelebihan.
7.	Renggang <i>Top Frame R/L</i>	<i>Top Frame R/L</i> tidak rekat merata atau masih terdapat celah <i>Fall Back</i> .
8.	<i>Cacat Top Frame R/L</i>	<i>Top Frame R/L</i> terkena goresan, gumpal atau rusak akibat terkena gesekan saat proses kerja atau saat pengiriman barang.
9.	Tinggi <i>Top Frame R/L</i>	Ukuran <i>Top Frame R/L</i> ketinggian.
10.	Oblak <i>Fall Back</i>	<i>Fall Back</i> goyang sebagai akibat kesalahan pemasangan atau ukuran bagian tertentu.
11.	<i>Cacat Fall Back</i>	<i>Fall Back</i> terkena goresan, gumpal atau rusak akibat terkena gesekan saat proses kerja atau saat pengiriman barang.
12.	<i>Cacat Fall Center</i>	<i>Fall Center</i> terkena goresan, gumpal atau rusak akibat terkena gesekan saat proses kerja atau saat pengiriman barang.
13.	<i>Space NG Fall Center</i>	Terdapat <i>space</i> pada bagian tertentu. Biasanya apabila bagian kanan kurang di bagian kiri akan kelebihan.
14.	Renggang <i>Fall Front</i>	<i>Fall Front</i> tidak rekat merata atau masih terdapat celah dengan <i>key slip</i> .
15.	Kurang Mundur <i>Fall Front</i>	<i>Fall front</i> kurang mundur sehingga mencapai standar pemasangan piano <i>fall front</i> yaitu rata dengan <i>key slip</i> untuk B2 dan 0,3 lebih maju dari <i>key slip</i> untuk model B3.
16.	<i>Cacat Fall Front</i>	<i>Fall front</i> terkena goresan, gumpal atau rusak akibat terkena gesekan saat proses kerja atau saat pengiriman barang.
17.	<i>Space NG Fall Front</i>	Terdapat <i>space</i> pada bagian tertentu. Biasanya apabila bagian kanan kurang di bagian kiri akan kelebihan.
18.	Tinggi <i>Fall Front</i>	Ukuran <i>fall front</i> ketinggian.

No.	Cacat	Penjelasan
19.	Cacat <i>Hinge strip</i>	<i>Hinge strip</i> terkena goresan, gumpal atau rusak akibat terkena gesekan saat proses kerja atau saat pengiriman barang.
20.	Renggang <i>Bottom Frame</i>	<i>Bottom Frame</i> tidak rekat merata atau masih terdapat celah dengan <i>pedal rail</i> .
21.	Kurang Mundur <i>Bottom Frame</i>	<i>Bottom Frame</i> kurang mundur sehingga mencapai standar pemasangan piano <i>Bottom Frame</i> yaitu 0,3-0,5 masuk lebih dalam.
22.	Cacat <i>Bottom Frame</i>	<i>Bottom Frame</i> terkena goresan, gumpal atau rusak akibat terkena gesekan saat proses kerja atau saat pengiriman barang.
23.	<i>Space NG Bottom Frame</i>	Terdapat <i>space</i> pada bagian tertentu. Biasanya apabila bagian kanan kurang di bagian kiri akan kelebihan.

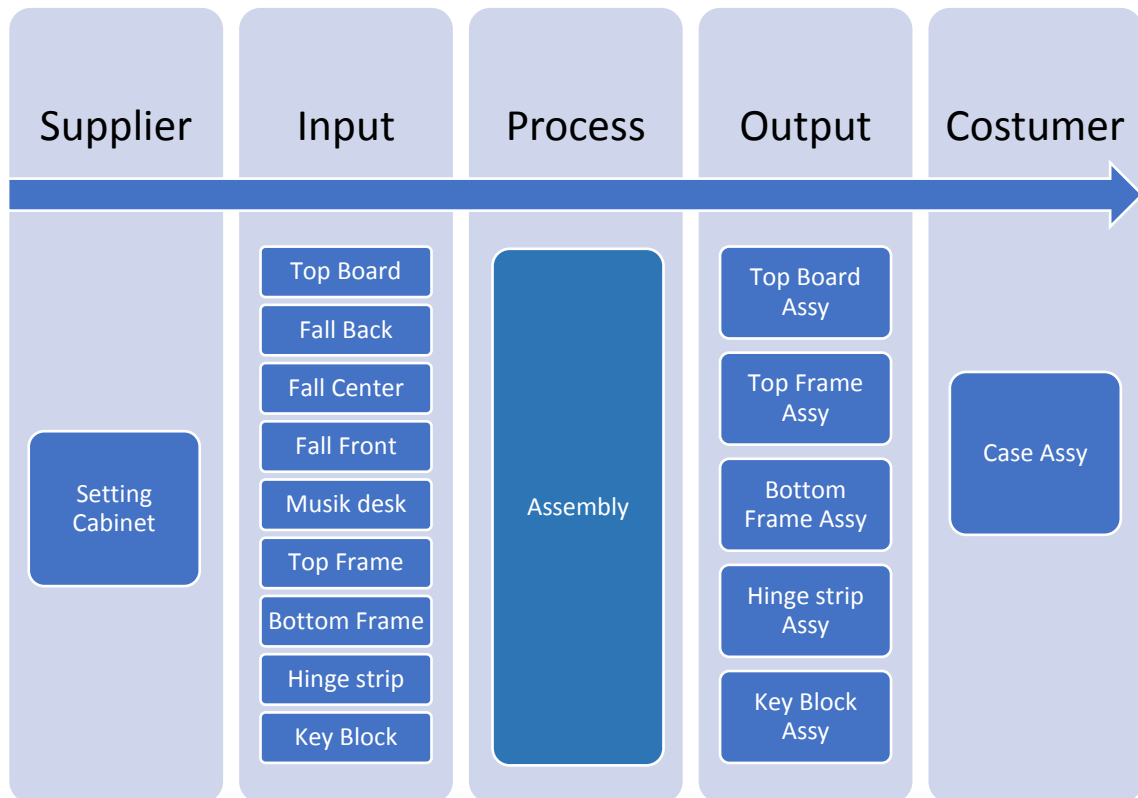
4.2 Pengolahan Data

Langkah yang dilakukan untuk mengidentifikasi pemborosan di *Sub Assy Case* dimulai dengan tahap *define, measure, analysis, improve* dan *control*. Berikut adalah pembahasan dari masing-masing tahapan:

4.2.1 Define

Tahap *Define* membahas mengenai penentuan permasalahan proses produksi. Identifikasi permasalahan menggunakan *tools* yaitu diagram SIPOC, *value stream mapping* dan *Non Value Added analysis*.

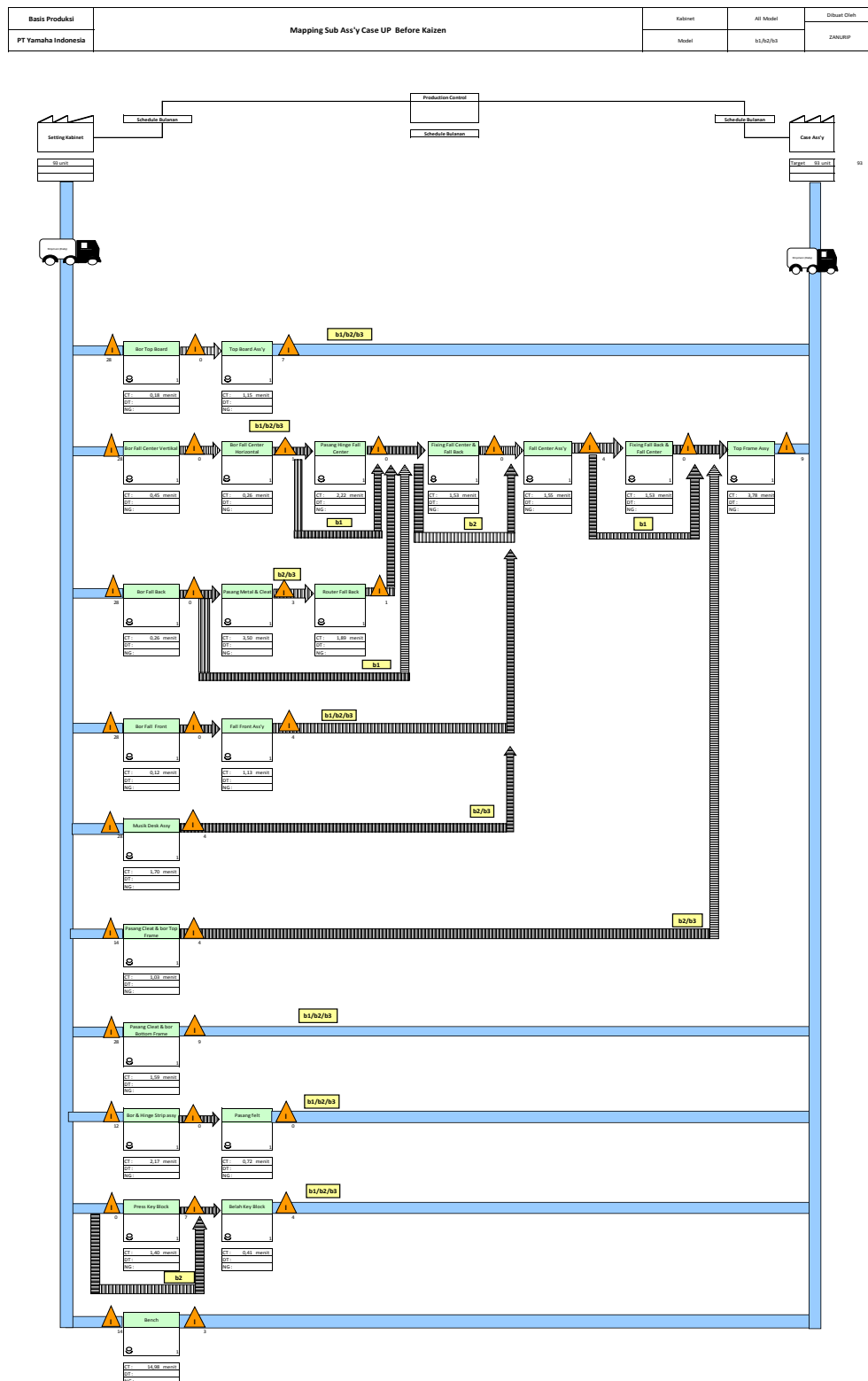
A. Diagram SIPOC



Gambar 4. 3 Diagram SIPOC

Gambar 4.3 menjelaskan mengenai alur produksi di *Sub Assy Case*. Pemasok utama kabinet *Sub Assy Case* adalah bagian *setting* kabinet yang terdiri dari kabinet *top board*, *fall back*, *fall center*, *fall front*, *musik desk*, *top frame*, *bottom frame*, *hinge strip* dan *key block*. Masing-masing kabinet kemudian diproses sehingga menjadi kabinet yang siap gabung menjadi piano utuh. Penggabungan piano ini dilakukan di *case assy* yang merupakan *customer* atau tujuan keluaran dari *Sub Assy Case*.

B. Value Stream Mapping



Gambar 4. 4 Value Stream Mapping

Value stream mapping merupakan suatu alat yang berfungsi untuk memetakan alur proses yang terjadi di suatu bagian. Berdasarkan gambar di atas maka dapat dihitung cycle time, lead time dan inventory. Cycle time adalah waktu yang digunakan untuk menyelesaikan

satu siklus pekerjaan dengan waktu standar kerja yang ditentukan. *Lead time* adalah periode waktu antara pemesanan produk sampai waktu pesanan tersebut selesai dikerjakan. *Inventory* adalah persediaan barang yang digunakan untuk mempermudah produksi terdiri dari bahan baku, barang dalam proses dan barang jadi. Berdasarkan VSM di atas jumlah *inventory* yang ada di *Sub Assy Case* sebanyak 49 unit, *lead time* sebesar 0,45 hari dan *cycle time* 43,53 menit. Dari nilai tersebut masih ditemukan beberapa pemborosan antara lain:

Tabel 4. 13 Penjelasan Pemborosan Gerakan

No.	Pemborosan	Penjelasan
1	Gerakan	Karyawan mengambil jig <i>Top Frame assy</i> P22 dengan berat 20 kg sehingga waktu <i>setting</i> jig memerlukan waktu lebih lama.
2	Gerakan	Karyawan sering gonta-ganti jig <i>Top Frame assy</i> U1J dan P22 serta memerlukan 14 langkah untuk mengambil dan menyimpannya.
3	Gerakan	Karyawan ambil jig <i>fixing Fall Center</i> dan <i>Fall Back</i> model B1, B2, B3 satin-reguler dengan berat 15 kg sehingga waktu <i>setting</i> jig memerlukan waktu lebih lama.
4	Gerakan	Penempatan jig bor <i>Top Frame</i> B2 dan B3 sulit terjangkau dan mempunyai potensi tertukar yang menyebabkan potensi pemborosan waktu terhadap kesalahan yang terjadi.
5	Gerakan	Waktu <i>setting drill</i> mesin <i>horizontal</i> bor <i>Fall Center</i> lama karena harus dipasang satu persatu, waktu <i>setting</i> mencapai 45 menit.
6	Gerakan	Pengambilan <i>upper shil metal</i> B2 dan B3 memerlukan 10 langkah.
7	Gerakan	Pengambilan <i>screw</i> memerlukan 24 langkah untuk mengambil dan menyimpan.
8	Gerakan	Karyawan mengambil <i>long hinge</i> 1369 dan 1387 ke area satin-furniture memerlukan 60 langkah.
9	Gerakan	Karyawan mengambil <i>part Bottom Frame assy</i> memerlukan 12 langkah.
10	Gerakan	Karyawan mengambil cat untuk <i>Fall Back</i> B2 dan B3 memerlukan 30 langkah.
11	Gerakan	Karyawan mengambil <i>music rest hinge</i> memerlukan 8 langkah.
12	Gerakan	Karyawan mengambil <i>part</i> satin-furniture memerlukan 10 langkah.
13	Gerakan	Pengambilan jig <i>Top Board assy</i> U1J memerlukan 3 langkah.

No.	Pemborosan	Penjelasan
14	Gerakan	Karyawan saat proses staples <i>cleat</i> memilih dan mencari <i>cleat</i> yang sesuai dengan modelnya dan berpotensi terjadi kesalahan tertukarnya <i>cleat</i> karena tidak adanya pembeda yang jelas.
15	Gerakan	Proses <i>router Fall Back</i> B2 dan B3 bolak balik sehingga kurang efisien.
16	Transportasi	Karyawan <i>Sub Assy Case</i> mengambil dan mengecek sendiri ketersediaan barang ke bagian <i>setting cabinet</i> dan lantai 3 untuk penyesuaian kabinet yang dibutuhkan.

C. Non Value Added Analysis

Tabel 4. 14 Klasifikasi Value Added (VA) dan Non Value Added (NVA)

Proses	Klasifikasi
A. Top Board Ass'y U1j	
Ambil <i>Top Board front</i> dan <i>rear</i>	NVA
Ambil <i>long hinge</i> dan <i>bore (setting)</i>	NVA
Cek kesejajaran <i>Top Board front & rear</i>	NVA
Proses <i>bore</i>	VA
Bersihkan debu sisa <i>bore</i>	NVA
Pasang <i>screw</i>	VA
Simpan di rak	NVA
B. Pasang Cleat Top Frame R/L	
Ambil <i>Top Frame R/L</i>	NVA
Pasang <i>cleat</i>	VA
Simpan	NVA
C. Top Frame Ass'y	
Ambil <i>Top Frame C U1J</i>	NVA
Pelaburan lem	VA
Ambil <i>Top Frame Side R/L U1J</i>	NVA
Pasang <i>Screw</i>	VA
Pasang <i>Dowel</i>	VA
Ambil <i>Top Frame sill & bore</i>	NVA
Setting <i>Top Frame Sill</i>	NVA
<i>Bore</i>	VA
Pasang <i>Dowel</i>	VA
Pasang <i>Top Frame Shill</i>	VA
<i>Bore</i>	VA
<i>Screw</i>	VA
Pengeleman	VA
Ambil <i>Top Frame R</i>	NVA
<i>Bore</i>	VA

Proses	Klasifikasi
Pasang <i>Screw</i>	VA
Ambil <i>Top Frame L Bore</i>	NVA
Pasang <i>Screw</i>	VA
Ambil <i>Cleat</i>	NVA
Pasang <i>Screw</i>	VA
Penitikan <i>Top Frame R/L</i>	VA
Pasang <i>Lock Top Frame Ass'y</i>	VA
Pasang <i>Dowel</i>	VA
Penitikan permukaan depan <i>Top Frame Side R/L</i>	VA
Pasang <i>Rubber</i>	VA
Simpan	NVA
D. Bottom Frame Ass'y	
Ambil <i>Bottom Frame</i>	NVA
Pasang <i>Felt</i>	VA
Pasang <i>Cleat</i>	VA
Angkat ke mesin <i>Bore</i>	NVA
Proses <i>Bore</i>	VA
Simpan	NVA
E. Pasang Cleat Fall Back	
Mengambil	NVA
Pengeleman dan pasang <i>Cleat</i>	VA
Simpan	NVA
F. Pasang Metal Fall Back	
Mengambil <i>Fall Back</i> dan <i>Metal</i>	NVA
Pasang <i>Metal</i>	VA
Simpan	NVA
G. Router Fall Back	
Mengambil	NVA
<i>Router</i> kiri	VA
Pindah ke jig	NVA
<i>Router</i> Kanan	VA
Simpan	NVA
H. Pasang Hinge Fall Center	
Mengambil	NVA
Penitikan	VA
Pasang <i>Hinge</i>	VA
Simpan	NVA
I. Musik Desk	
Mengambil	NVA
Bungkus <i>Musik Desk</i>	VA
Pasang <i>Hinge</i>	VA
Simpan	NVA

Proses	Klasifikasi
J. Fall Center Assy	
Mengambil dan <i>Setting Jig</i>	NVA
Penitikan	VA
Pasang <i>Hinge</i>	VA
Pasang <i>Musik Desk</i>	VA
Simpan	NVA
K. Fixing Fall Center dan Fall Back	
Mengambil <i>Fall Back</i>	NVA
Pasang <i>Felt</i>	VA
Mengambil <i>Fall Center Assy</i>	NVA
Pasang <i>Hinge</i>	VA
Simpan	NVA
L. Hinge strip Assy	
Mengambil <i>Hinge strip</i>	NVA
Pasang <i>cleat</i>	VA
Penitikan	VA
Simpan	NVA
Ambil	NVA
<i>Bore</i>	VA
Simpan	NVA
Pasang <i>black doff</i>	VA
Pasang <i>metal</i>	VA
Simpan	NVA
M. Pasang felt Hinge strip	
Ambil dan <i>setting jig</i>	NVA
Pengeleman	VA
Pasang <i>felt</i>	VA
Simpan	NVA
N. Press key block	
Ambil <i>key block</i>	NVA
Pasang <i>cleat</i>	VA
Simpan	NVA
O. Belah key block	
Ambil	NVA
Belah <i>key block</i>	VA
Simpan	NVA

NVA = *Non Value Added*

VA = *Value Added*

Berdasarkan tabel 4.13 jumlah aktivitas yang ada di *Sub Assy Case* adalah 92 yang terdiri dari 7 aktivitas *Top Board assy*, 3 aktivitas pasang *cleat Top Frame R/L*, 27 aktivitas *Top Frame assy*, 6 aktivitas *Bottom Frame assy*, 3 aktivitas pasang *cleat Fall Back*, 3 aktivitas

pasang metal *Fall Back*, 5 aktivitas *router Fall Back*, 4 aktivitas pasang *hinge Fall Center*, 4 aktivitas *musik desk*, 5 aktivitas *Fall Center assy*, 5 aktivitas *fixing Fall Center* dan *fall back*, 10 aktivitas *Hinge strip assy*, 4 aktivitas pasang *felt Hinge strip*, 3 aktivitas *press key bock* dan 3 aktivitas belah *key block*. Total aktivitas yang bernilai tambah di *Sub Assy Case* adalah 47 dan total aktivitas yang tidak bernilai tambah sebanyak 45.

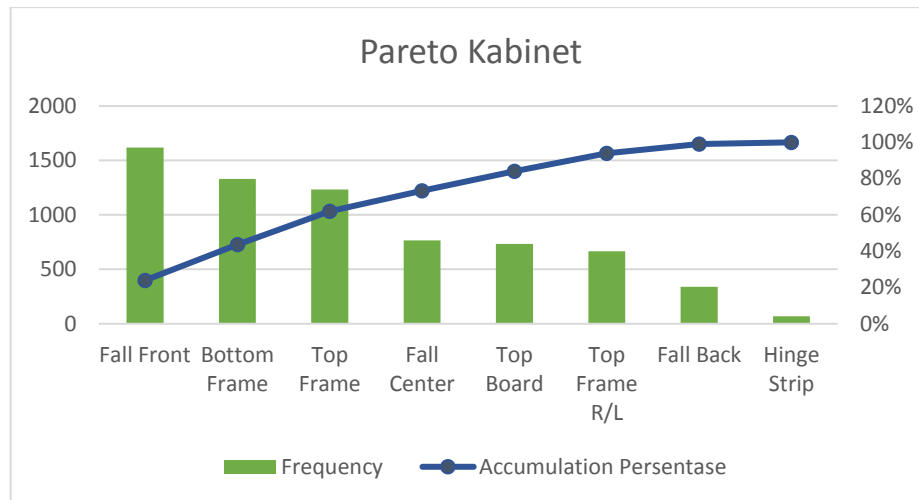
4.2.2 Measure

Tahap ini menjelaskan mengenai data secara kuantitatif yang mendukung dalam penelitian sehingga dapat memberikan kejelasan yang lebih akurat. Pengukuran dilakukan khususnya terhadap potensi cacat produk yang dihasilkan oleh *Sub Assy Case* sehingga didapatkan prioritas hasil temuan yang akan dilakukan perbaikan. Selanjutnya adalah pengukuran dari pemborosan yang merugikan sehingga proses produksi di *Sub Assy Case* dapat lebih efisien.

A. Cacat Produk

Tabel 4. 15 Persentase Cacat Tiap Kabinet

Kabinet	Frekuensi	Persentase	Kumulatif
<i>Fall Front</i>	1618	24%	24%
<i>Bottom Frame</i>	1330	20%	44%
<i>Top Frame</i>	1233	18%	62%
<i>Fall Center</i>	765	11%	73%
<i>Top Board</i>	733	11%	84%
<i>Top Frame R/L</i>	665	10%	94%
<i>Fall Back</i>	340	5%	99%
<i>Hinge strip</i>	68	1%	100%
Total	6752	1	

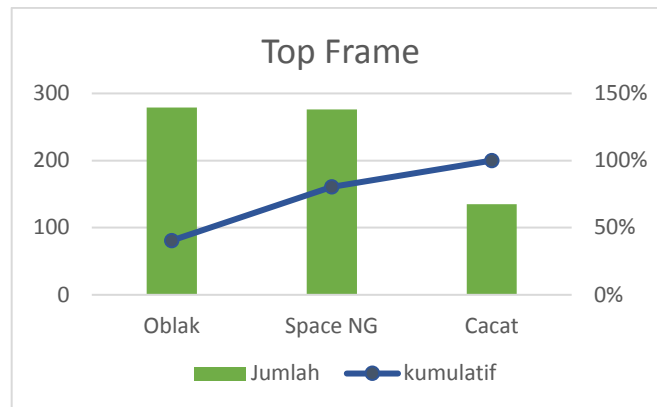


Gambar 4. 5 Diagram Pareto Cacat Tiap Kabinet

Diagram pareto di atas menggambarkan persentase kecacatan dari setiap kabinet yang diproses di *Sub Assy Case*. Berdasarkan prinsip 80-20 diagram pareto maka didapatkan prioritas kabinet yang akan diperbaiki antara lain *fall front*, *bottom frame*, *top frame* dan *fall center*. Kabinet tersebut memiliki nilai kumulatif kurang dari 80%. Pemilihan prioritas ini dilakukan supaya perusahaan dapat lebih fokus terhadap penyelesaian permasalahan tertentu yang memberikan dampak yang lebih besar terhadap keuntungan perusahaan.

Tabel 4. 16 Cacat Kabinet *Top Frame*

Jenis Cacat	Jumlah	persentase	kumulatif
Oblak	279	40%	40%
<i>Space NG</i>	276	40%	80%
Cacat	135	20%	100%
Jumlah	690		

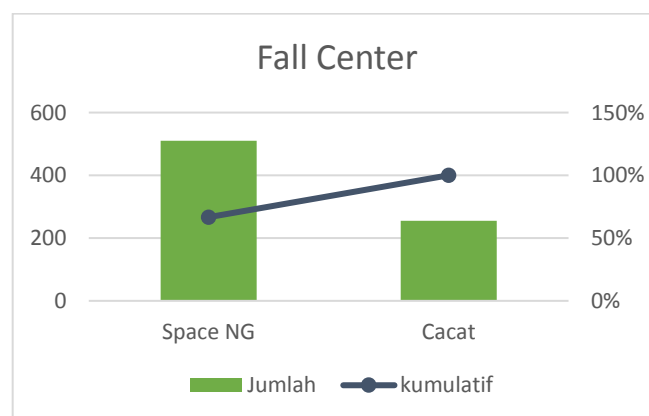


Gambar 4. 6 Diagram Pareto Cacat *Top Frame*

Dari hasil pareto pada kabinet *Sub Assy Case* didapatkan prioritas untuk memperbaiki kecacatan pada kabinet *Top Frame*. Potensi temuan kecacatan *Top Frame* terdiri dari oblak, *Space NG* dan cacat. Berdasarkan prinsip pareto 80-20 potensi temuan maka oblak dan *Space NG* termasuk ke dalam 20% penyebab yang berakibat kepada kecacatan.

Tabel 4. 17 Cacat Kabinet *Fall Center*

Jenis Cacat	Jumlah	persentase	kumulatif
<i>Space NG</i>	510	67%	67%
Cacat	255	33%	100%
Jumlah	765		

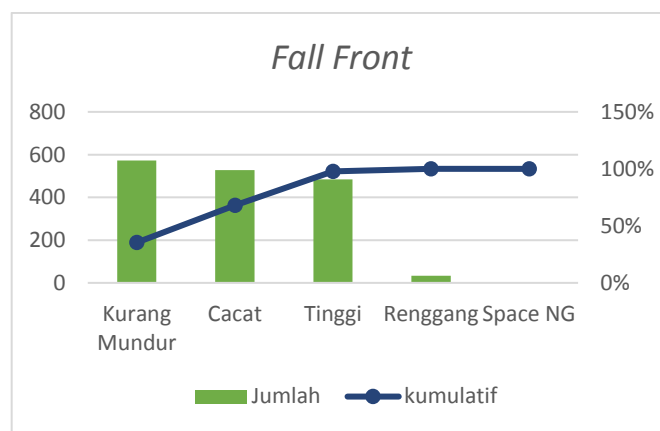


Gambar 4. 7 Diagram Pareto Cacat *Fall Center*

Gambar 4.7 menyatakan bahwa potensi temuan pada *Fall Center* terdiri dari *Space NG* dan cacat. Menurut prinsip 80-20 diagram pareto maka *Space NG* termasuk ke dalam 20% penyebab kecacatan sehingga *Space NG* pada *Fall Center* menjadi prioritas perbaikan dalam penelitian ini.

Tabel 4. 18 Cacat Kabinet *Fall Front*

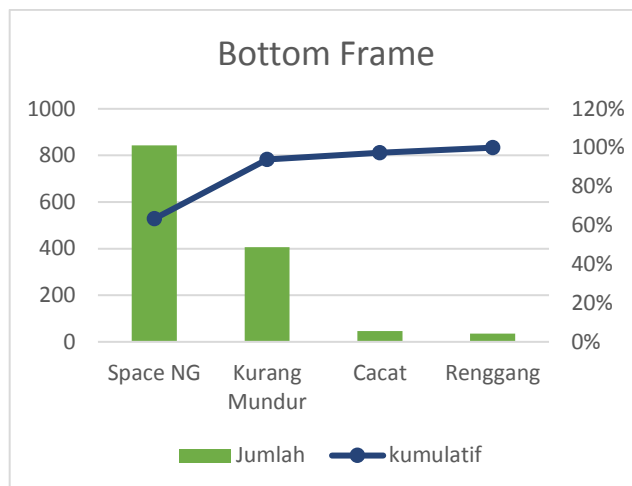
Jenis Cacat	Jumlah	persentase	kumulatif
Kurang Mundur	573	35%	35%
Cacat	527	33%	68%
Tinggi	484	30%	98%
Renggang	33	2%	100%
<i>Space NG</i>	1	0%	100%
Jumlah	1618		

Gambar 4. 8 Diagram Pareto Cacat *Fall Front*

Berdasarkan gambar di atas didapatkan bahwa potensi temuan pada *fall front* terdiri dari kurang mundur, cacat, tinggi, renggang dan *Space NG*. Menurut prinsip 80-20 pareto menyatakan bahwa kurang mundur dan cacat menjadi prioritas untuk perbaikan dalam penelitian ini. Temuan kurang mundur pada *fall front* mencapai 573 atau 35% dari total temuan yang ada selama Februari-Juni dan merupakan temuan terbanyak.

Tabel 4. 19 Cacat Kabinet *Bottom Frame*

Jenis Cacat	Jumlah	persentase	kumulatif
<i>Space NG</i>	843	63%	63%
Kurang Mundur	406	31%	94%
Cacat	46	3%	97%
Renggang	35	3%	100%
Jumlah	1330		

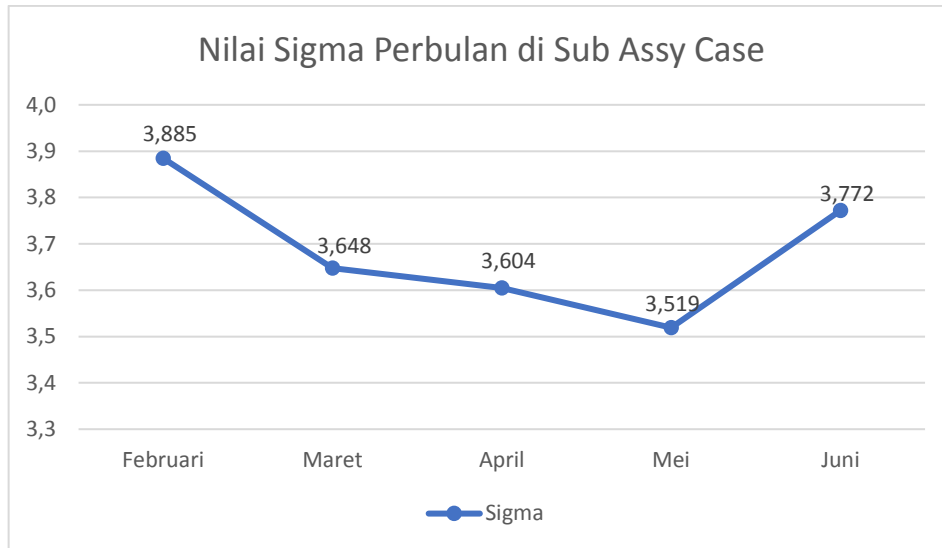


Gambar 4. 9 Diagram Pareto Cacat *Bottom Frame*

Gambar 4.9 menggambarkan potensi temuan pada *Bottom Frame* terdiri dari *space NG*, kurang mundur, cacat dan renggang. Berdasarkan prinsip pareto 80-20 didapatkan *Space NG* sebagai penyebab terbesar kecacatan dengan jumlah 843 temuan selama bulan Februari-Juni 2017. *Space NG* ini menjadi prioritas penelitian ini dalam perbaikan.

Tabel 4. 20 *Defect Per Million Opportunities*

Bulan	Total Produksi	Total Defect	CTQ	DPO	DPMO	Sigma
Februari	1986	102	6	0,009	8549,429	3,885
Maret	2118	202	6	0,016	15865,990	3,648
April	1711	181	6	0,018	17667,543	3,604
Mei	1995	260	6	0,022	21741,855	3,519
Juni	1427	99	6	0,012	11548,120	3,772
Rata-Rata					15074,587	3,668



Gambar 4. 10 Nilai Sigma Perbulan Sub Assy Case

DPMO (*defect per millions opportunities*) merupakan salah satu penilaian kapabilitas proses untuk mengukur seberapa baik suatu proses produksi atau kualitas produk. nilai DPMO digunakan untuk mengetahui tingkat sigma perusahaan. Level sigma 6 adalah level terbaik dengan 3,4 *defects per million*. Berdasarkan tabel 4.19 diketahui rata-rata jumlah kemungkinan cacat dalam satu juta kemungkinan adalah 15074,587. Nilai tersebut setara dengan level sigma yaitu 3,668. Penentuan DPMO diperoleh dari:

DPO (*Defect per opportunities*) = Total *defect* / (Total produksi * CTQ)

$DPMO$ (*Defect per million opportunities*) = $DPO / 1.000.000$

Nilai Sigma = $NORM.S.INV((1.000.000 - DPMO) / 1.000.000) + 1,5$

Total *defect* perbulan diperoleh dari temuan cacat tiap piano. Berikut adalah penentuan CTQ yang dipakai untuk perhitungan sigma:

Tabel 4. 21 Penentuan *Critical to Quality*

No.	<i>Critical to quality</i>
1.	Cacat
2.	<i>Space NG</i>
3.	Renggang
4.	Oblak
5.	Kurang mundur
6.	Tinggi

Penentuan jumlah CTQ ditetapkan dari potensi temuan cacat *Sub Assy Case* yang terdiri dari 6 kategori cacat yaitu cacat, *Space NG*, renggang, oblak, kurang mundur dan tinggi.

B. Process Cycle Efficiency

Tabel 4. 22 *Value Added dan Non Value Added Time*

Proses	Value Added Time (menit)	Non Value Added Time (menit)	Langkah
A. Top Board Ass'y U1j			
Ambil Top Board Front dan Rear		0,30	4
ambil long hinge dan bore (setting)		1,89	30
Cek kesejajaran Top Board front & rear		0,21	
Proses Bore	1,13		
Bersihkan debu sisa bore		0,18	
Pasang Screw	1,58		
Simpan di rak		0,18	2
Jumlah	2,71	2,76	
B. Pasang Cleat Top Frame R/L			
Ambil Top Frame R/L		0,07	3
Pasang cleat	1,12		
Simpan		0,07	2
Jumlah	1,12	0,14	
C. Top Frame Ass'y			
Ambil Top Frame C U1J		0,12	7
Pelaburan lem	0,08		
Ambil Top Frame Side R/L U1J		0,27	3
Pasang Screw	0,74		
Pasang Dowel	0,16		
Ambil Top Frame sill & bore		0,27	5
Setting Top Frame Sill	0,12		
Bore	0,29		
Pasang Dowel	0,22		
Pasang Top Frame Sill	0,07		
Bore	0,30		
Screw	0,41		
Pengeleman	0,12		
Ambil Top Frame R		0,38	3
Bore	0,10		
Pasang Screw	0,23		
Ambil Top Frame L		0,16	3
Bore	0,07		
Pasang Screw	0,29		
Ambil Cleat		0,07	
Pasang Screw	0,74		
Penitikan Top Frame R/L	0,16		

Proses	Value Added Time (menit)	Non Value Added Time (menit)	Langkah
Pasang <i>Lock Top Frame Ass'y</i>	0,28		
Pasang <i>Dowel</i>	0,19		
Penitikan permukaan depan <i>Top Frame Side R/L</i>	0,24		
Pasang <i>Rubber</i>	0,21		
Simpan		0,29	3
Jumlah	5,01	1,56	
D. Bottom Frame Ass'y			
Ambil <i>Bottom Frame</i>		0,06	2
Pasang <i>Felt</i>	0,21		
Pasang <i>Cleat</i>	0,62		
Angkat ke mesin <i>Bore</i>		0,09	
Proses <i>Bore</i>	0,20		
Simpan		0,10	2
Jumlah	1,03	0,25	
E. Pasang Cleat Fall Back			
Mengambil		0,09	2
Pengeleman dan pasang <i>Cleat</i>	1,76		
Simpan		0,19	2
Jumlah	1,76	0,28	
F. Pasang Metal Fall Back			
Mengambil <i>Fall Back dan Metal</i>		0,11	
Pasang <i>Metal</i>	0,74		
Simpan		0,07	
Jumlah	0,74	0,18	
G. Router Fall Back			
Mengambil		0,18	2
<i>Router</i> kiri	0,59		
Pindah ke jig		0,31	5
<i>Router</i> Kanan	0,66		
Simpan		0,14	1
Jumlah	1,25	0,63	
H. Pasang Hinge Fall Center			
Mengambil		0,03	
Penitikan	0,37		
Pasang <i>Hinge</i>	0,27		
Simpan		0,03	
Jumlah	0,64	0,07	
I. Musik Desk			
Mengambil		0,11	
Bungkus <i>Musik Desk</i>	0,14		
Pasang <i>Hinge</i>	0,56		
Simpan		0,12	1

Proses	Value Added Time (menit)	Non Value Added Time (menit)	Langkah
Jumlah	0,7	0,23	
J. Fall Center Assy			
Mengambil dan <i>Setting Jig</i>		0,19	2
Penitikan	0,31		
Pasang <i>Hinge</i>	0,14		
Pasang <i>Musik Desk</i>	0,19		
Simpan		0,05	
Jumlah	0,63	0,24	
K. Fixing Fall Center dan Fall Back			
Mengambil <i>Fall Back</i>		0,05	
Pasang <i>Felt</i>	0,10		
Mengambil <i>Fall Center Assy</i>		0,05	
Pasang <i>Hinge</i>	0,49		
Simpan		0,05	
Jumlah	0,59	0,15	
L. Hinge strip Assy			
Mengambil <i>Hinge strip</i>	0,09		1
Pasang <i>cleat</i>	0,35		
Penitikan	0,09		
Simpan		0,08	1
Ambil		0,09	1
<i>Bore</i>	0,46		
Simpan		0,19	1
Pasang <i>black doff</i>	0,1		
Pasang metal	0,56		
Simpan		0,09	1
Jumlah	1,65	0,45	
M. Pasang Felt Hinge strip			
Ambil dan <i>setting jig</i>		0,12	1
Pengeleman	0,09		
pasang <i>felt</i>	0,42		
Simpan		0,09	1
Jumlah	0,51	0,21	
N. Press Key Block			
Ambil <i>key block</i>		0,03	3
pasang <i>cleat</i>	1,08		
Simpan		0,29	3
Jumlah	1,08	0,29	
O. Belah Key Block			
Ambil		0,26	3
Belah <i>key block</i>	0,57		
Simpan		0,17	3

Proses	Value Added Time (menit)	Non Value Added Time (menit)	Langkah
Jumlah	0,57	0,43	
Total	19,99	7,86	103

Tabel 4.21 menyatakan waktu dalam proses produksi pada masing-masing aktivitas di *Sub Assy Case*. Total waktu dari keseluruhan aktivitas adalah 27,85 menit dengan waktu untuk aktivitas bernilai tambah adalah 19,99 dan waktu untuk aktivitas tidak bernilai tambah adalah 7,86 menit.

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Total Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\%$$

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{19,99}{19,99 + 7,86} \times 100\% = 72\%$$

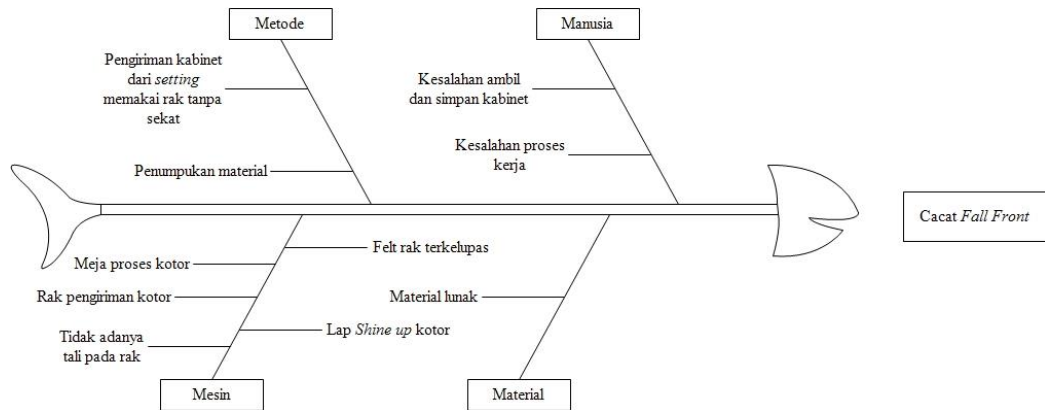
Process cycle efficiency menyatakan keefektifan dalam alur proses produksi. PCE *Sub Assy Case* adalah 72%. Selain itu, jumlah langkah yang diperlukan dalam proses di *sub assy case* adalah 103 langkah.

4.2.3 Analysis

Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai faktor penyebab yang menyebabkan pemborosan-pemborosan di *Sub Assy Case* dengan menggunakan diagram *Fishbone* dan *5 whys*. Pemborosan yang dianalisis pada tahap ini terdiri dari pemborosan cacat, persediaan dan transportasi. Solusi penyelesaian untuk pemborosan gerakan sudah jelas sehingga tidak perlu dilakukan pencarian akar permasalahan lebih dalam.

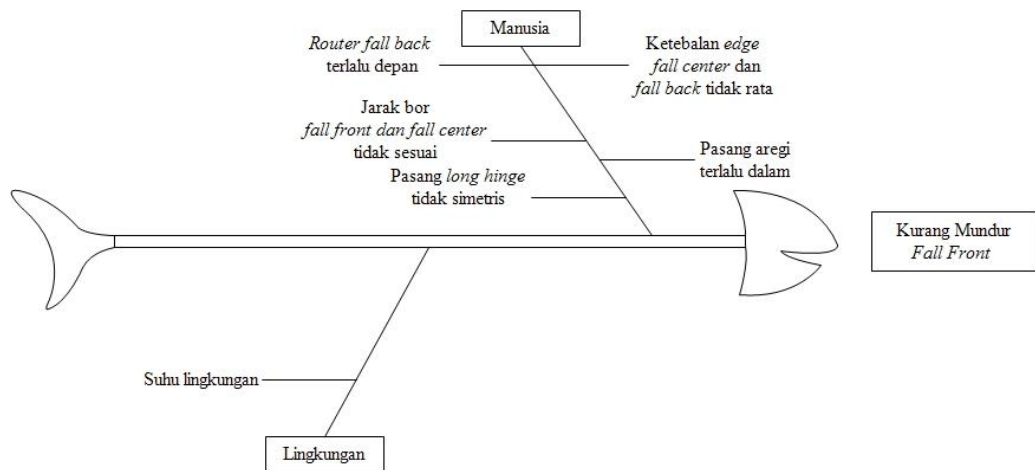
A. *Fishbone Diagram*

Berdasarkan diagram pareto yang telah dilakukan maka terdapat 6 jenis cacat yang akan menjadi prioritas dalam penelitian ini yang terdiri dari cacat dan kurang mundur pada *fall front*, oblak *Top Frame*, *Space NG* pada *Bottom Frame*, *Fall Center* dan *Top Frame*. Berikut adalah diagram *Fishbone* dari masing-masing pemborosan:



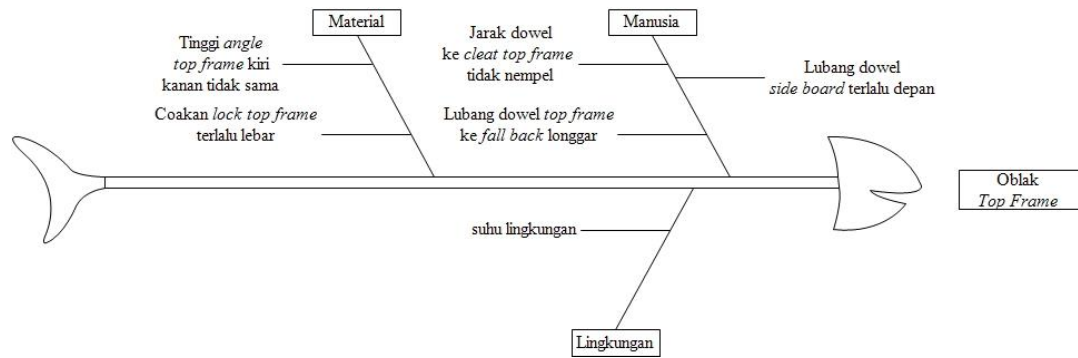
Gambar 4. 11 Diagram *Fishbone* Cacat *Fall Front*

Penyebab utama cacat *fall front* terdiri dari 4 kategori yaitu manusia, metode, material dan mesin. Cacat *fall front* yang disebabkan oleh faktor manusia terdiri dari kesalahan pengambilan dan penyimpanan kabinet dan kesalahan proses kerja. Penyebab cacat dari segi metode yaitu pengiriman kabinet dari bagian *setting* memakai rak tanpa sekat dan penumpukan material. Dari segi material penyebab cacat yang ditemukan adalah jenis material yang lunak untuk model tertentu. Dari segi mesin penyebab cacat adalah meja proses, rak pengiriman, lap *shine up* yang kotor, *felt* rak terkelupas dan tidak adanya tali pada rak.



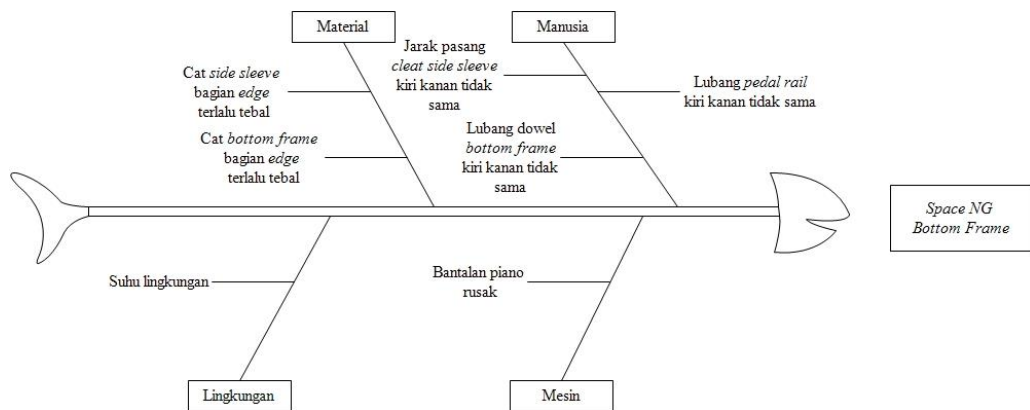
Gambar 4. 12 Diagram *Fishbone* Kurang Mundur *Fall Front*

Kurang mundur *fall front* disebabkan oleh 2 faktor utama yaitu manusia dan lingkungan. Faktor manusia terdiri dari pemasangan *long hinge* yang tidak simetris, jarak bor *fall front* dan *Fall Center* yang tidak sesuai, *router Fall Back* terlalu depan, ketebalan *edge Fall Center* dan *Fall Back* tidak rata dan pemasangan aregi yang tidak rata. Faktor lingkungan terdiri dari perubahan suhu lingkungan kerja.



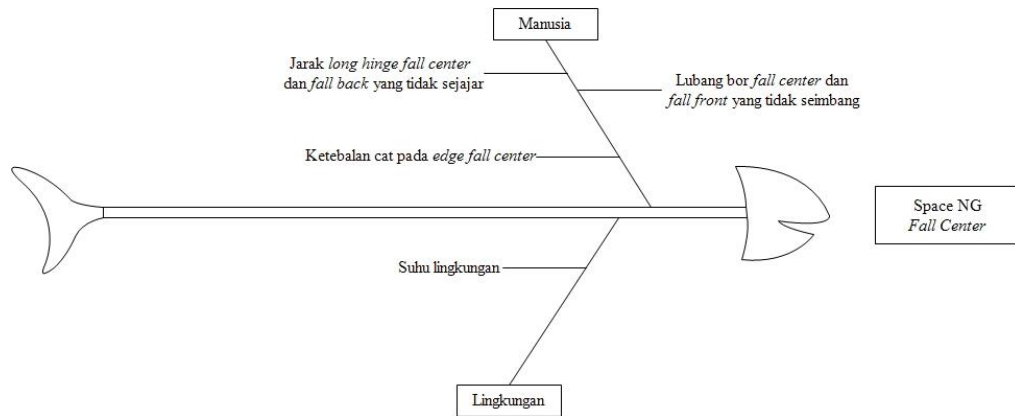
Gambar 4. 13 Diagram *Fishbone* Oblak *Top Frame*

Penyebab oblak pada *Top Frame* dari faktor manusia yaitu jarak dowel ke *cleat Top Frame* tidak nempel, lubang dowel *side board* terlalu depan dan lubang dowel *Top Frame* ke *Fall Back* longgar. Dari segi material yaitu tinggi *angle* dan coakan *Top Frame* kiri dan kanan tidak sama. Dari segi lingkungan yaitu adanya perubahan suhu di lingkungan kerja.



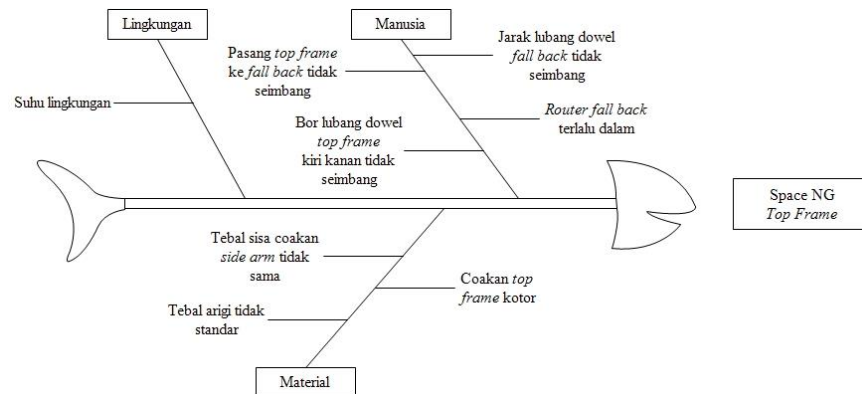
Gambar 4. 14 Diagram *Fishbone* *Space NG Bottom Frame*

Penyebab utama *Space NG* pada *Bottom Frame* terbagi ke dalam 4 kategori yaitu manusia, material, mesin dan lingkungan. Penyebab yang termasuk ke dalam kategori manusia terdiri dari jarak pasang *cleat side sleeve* kiri dan kanan tidak sama, lubang *pedal rail* kiri kanan tidak sama dan lubang dowel *Bottom Frame* kiri kanan tidak sama. Pada kategori material penyebab *Space NG* terdiri dari cat *side sleeve* dan *Bottom Frame* bagian *edge* terlalu tebal. Dari segi mesin terdiri dari bantalan piano yang rusak dan faktor lingkungan yaitu suhu lingkungan.



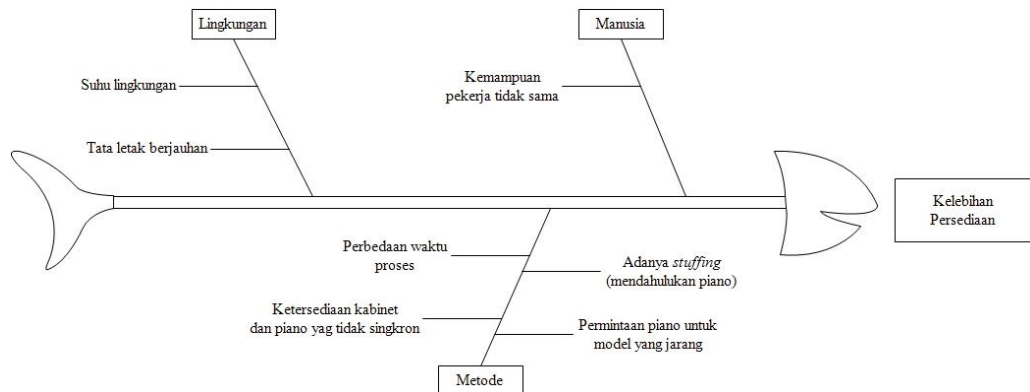
Gambar 4. 15 Diagram *Fishbone Space NG Fall Center*

Manusia dan lingkungan termasuk ke dalam penyebab utama *Space NG Fall Center*. Dari segi manusia terdiri dari lubang *Fall Center* dan *fall front* yang tidak seimbang, jarak *long hinge Fall Center* dan *Fall Back* yang tidak sejajar dan ketebalan cat pada *edge Fall Center*. Dari segi lingkungan yaitu perubahan suhu.



Gambar 4. 16 Diagram *Fishbone Space NG Top Frame*

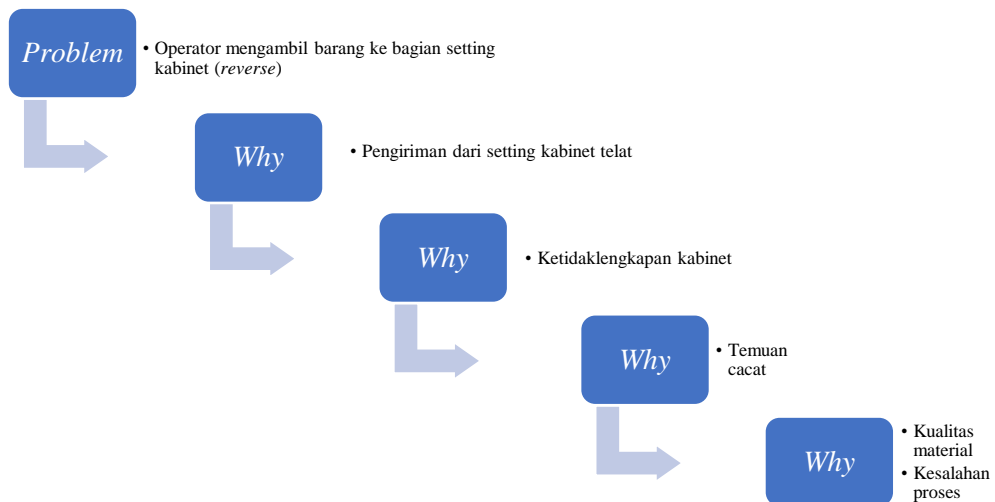
Space NG pada *Top Frame* terdiri dari beberapa faktor penyebab. Dari segi manusia terdiri dari pemasangan *Top Frame* ke *Fall Back* yang tidak seimbang, bor lubang dowel *Top Frame* kiri kanan yang tidak seimbang, jarak lubang dowel *Fall Back* yang tidak seimbang dan *router Fall Back* yang terlalu dalam. Dari segi material terdiri dari tebal sisa coakan *side arm* tidak sama, tebal arigi tidak standar dan coakan *Top Frame* kotor akibat cat. Dari segi lingkungan adalah adanya perubahan suhu.



Gambar 4. 17 Diagram *Fishbone* Banyaknya Persediaan

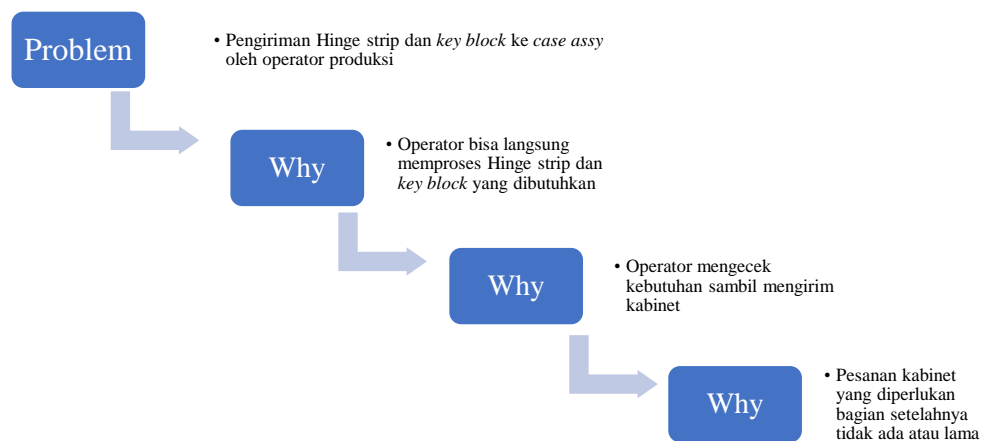
Faktor penyebab banyaknya persediaan terdiri dari manusia, lingkungan dan metode. Penyebab adanya persediaan dari segi manusia adalah adanya kemampuan pekerja yang tidak merata. segi lingkungan yaitu suhu lingkungan dan tata letak area kerja yang berjauhan. Dari segi metode yaitu adanya perbedaan waktu proses kerja antara bagian, ketersediaan kabinet dan piano yang tidak sinkron, adanya *stuffing* (mendahulukan piano) dan permintaan piano untuk model yang jarang.

B. *Five Whys*



Gambar 4. 18 *Five whys* pemborosan transportasi

Permasalahan yang akan ditelusur penyebabnya adalah terdapat operator yang mengambil barang ke bagian *setting* kabinet. penyebab pertama adalah karena adanya pengiriman dari bagian *setting* kabinet yang telat sebagai akibat dari ketidaklengkapan kabinet. kualitas material dan kesalahan proses menyebabkan temuan cacat yang berdampak kepada ketidaklengkapan kabinet.



Gambar 4. 19 *Five whys* pemborosan transportasi

Permasalahan kedua yang termasuk ke dalam kategori pemborosan transportasi adalah adanya pengiriman *Hinge strip* dan *key block* ke bagian *case assy* oleh operator produksi. Kondisi tersebut terjadi karena supaya operator dapat langsung memproses kebutuhan *Hinge strip* dan *key block* sehingga menyebabkan operator harus mengecek sendiri sambil mengirim kabinet. penyebab operator harus mengecek sendiri adalah karena informasi pesanan kabinet yang diperlukan di bagian setelahnya terlambat.

4.2.4 *Improve*

Tahap ini merupakan penentuan alternatif dalam penyelesaian masalah dari pemborosan-pemborosan yang ditemukan di *Sub Assy Case*. Pemilihan penyelesaian masalah ini dilakukan dengan mempertimbangkan biaya dan perbaikan yang bisa dikerjakan lebih dahulu sehingga dapat segera diaplikasikan. Penyelesaian masalah pada tahap ini menggunakan *kaizen* atau perbaikan secara berkelanjutan. Meskipun perbaikan yang dilakukan tidak terlalu besar namun dampak yang ditimbulkan dapat mengatasi permasalahan di beberapa bagian. Perbaikan pada penelitian ini terdiri dari minimalisir kesalahan kerja, 5S, pembagian kerja dan desain tempat kerja. Berikut adalah perbaikan yang telah didiskusikan dengan kepala kelompok dan *foreman* untuk mengatasi pemborosan di bagian *Sub Assy Case*:

A. Perbaikan untuk pemborosan gerakan



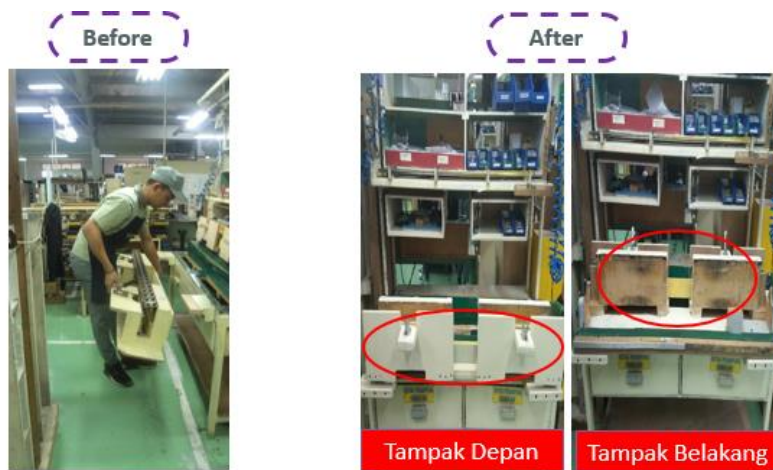
Gambar 4. 20 Modifikasi jig *Top Frame assy*

Modifikasi jig *Top Frame assy* B1 ke *Top Frame assy* P22. Karyawan tidak perlu angkat jig karena sudah diam di meja proses dan waktu proses lebih cepat.



Gambar 4. 21 Modifikasi jig *Top Frame assy* U1J ke *Top Frame assy* P22

Modifikasi jig *Top Frame assy* U1J ke *Top Frame assy* P22 sehingga dapat mengurangi waktu *setting* jig dan jig diam di meja kerja. Waktu kerja lebih efektif dan aman K3.



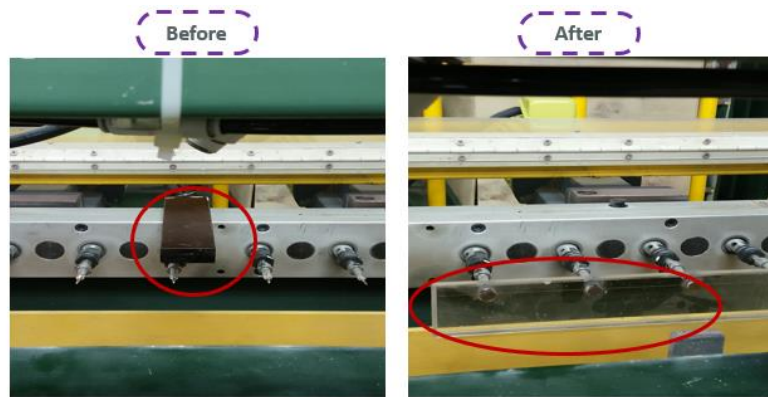
Gambar 4. 22 Modifikasi Jig *Fall Board assy*

Modifikasi Jig *Fall Board assy* menjadi jig *fixing assy Fall Back Fall Center B1,B2,B3*. Jig aman dan bisa untuk 2 proses sekaligus (*urgent*). Waktu kerja lebih cepat.



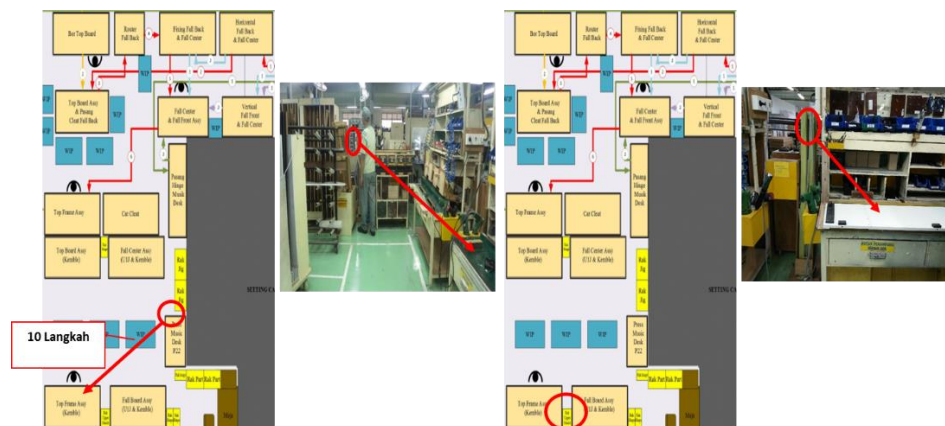
Gambar 4. 23 Tempat jig *Top Frame B2 dan B3*

Dibuatkan tempat jig *Top Frame B2 dan B3* dengan pelabelan sehingga meminimalisir kesalahan jig tertukar dan aman K3.



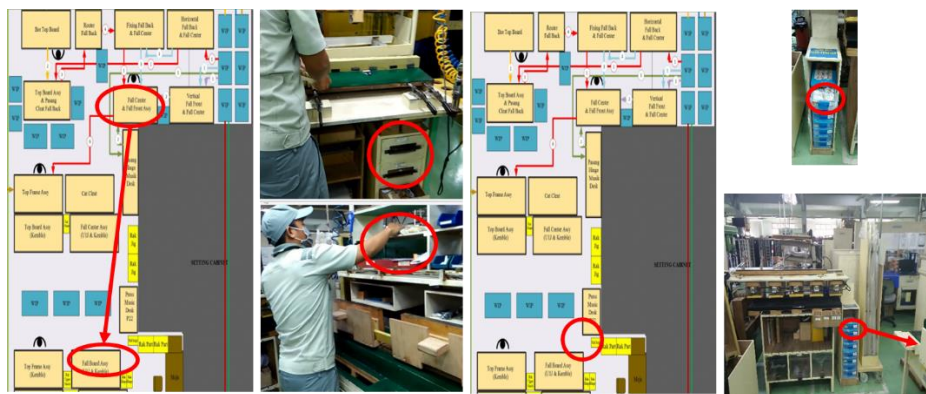
Gambar 4. 24 Jig setting drill beat

Membuat jig setting drill beat sekaligus 4 sehingga lebih cepat dan proses pemasangan lebih mudah. Waktu kerja lebih efektif.



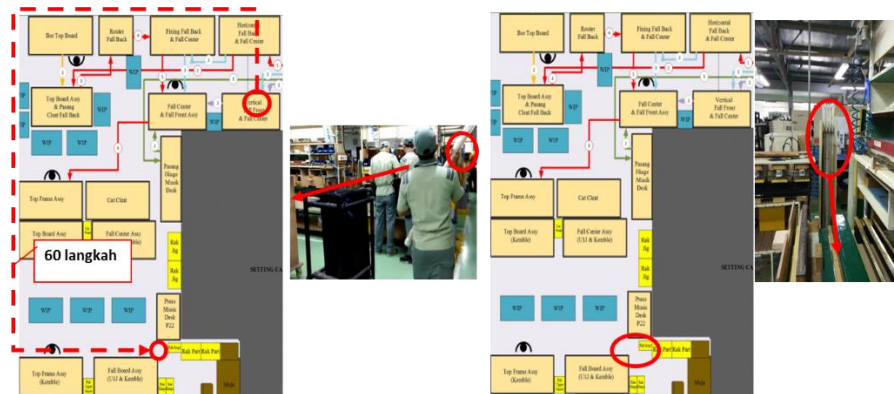
Gambar 4. 25 Tempat upper shill metal

Mendekatkan tempat upper shill metal ke meja kerja. Karyawan cukup mengambil upper shill metal/tidak perlu melangkah. Waktu kerja efektif. Aman K3.



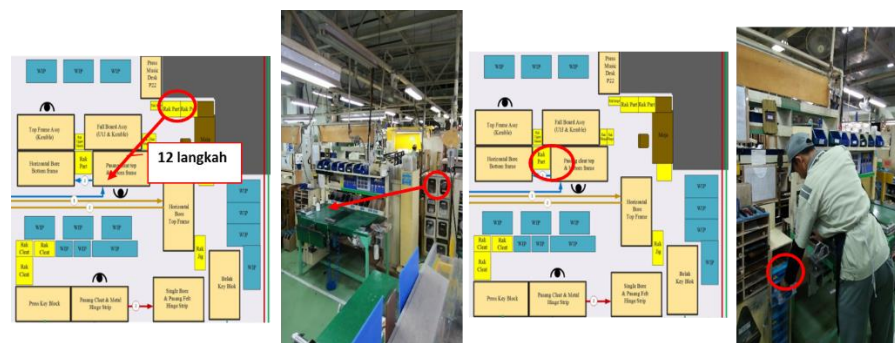
Gambar 4. 26 Kotak stock part

Dibuatkan kotak *stock part* di dekat meja kerja sehingga bagian *warehouse* langsung *supply* ke kotak tersebut dan karyawan cukup mengambil langsung. Waktu kerja efektif dan aman K3.



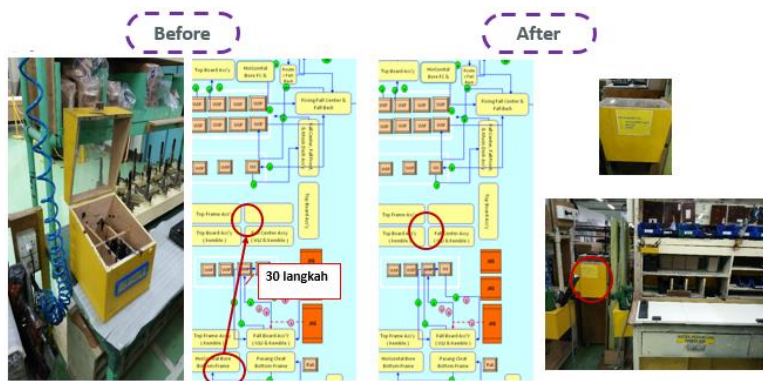
Gambar 4. 27 Rak *long hinge*

Dibuatkan rak *long hinge* dekat meja proses sehingga karyawan tidak perlu melangkah dan tim *warehouse* langsung *supply* ke rak tersebut. Waktu kerja lebih efektif dan aman K3.



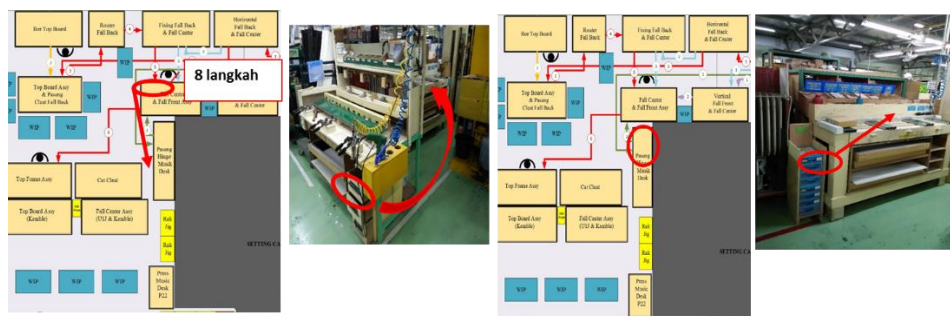
Gambar 4. 28 Kotak *part Bottom Frame assy*

Dibuatkan kotak *part Bottom Frame assy* dekat meja proses sehingga karyawan tidak perlu melangkah. Waktu kerja lebih efektif.



Gambar 4. 29 Tempat khusus cat

Dibuatkan tempat khusus cat di dekat meja proses sehingga karyawan tidak perlu melangkah. Waktu kerja lebih efektif.



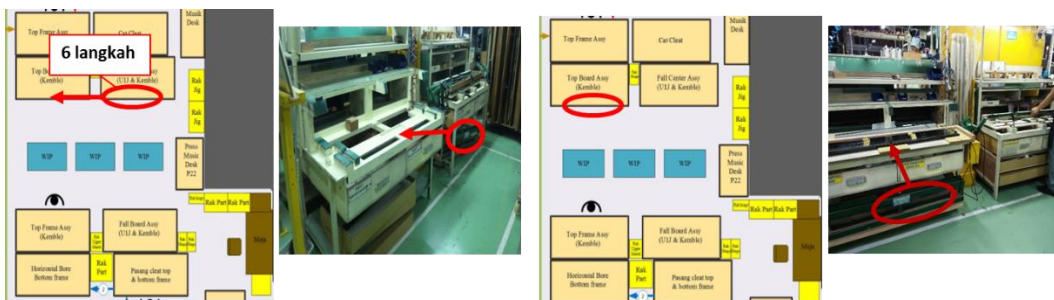
Gambar 4. 30 Kotak musik rest hinge

Dibuatkan kotak musik rest hinge di dekat meja proses sehingga operator tidak perlu melangkah. Waktu kerja lebih efektif.



Gambar 4. 31 Kotak khusus part

Membuat kotak khusus part di dekat meja proses sehingga karyawan cukup memerlukan $1 \times 2 = 2$ langkah. Waktu kerja lebih efektif.



Gambar 4. 32 Jig Top Board assy

Pengambilan jig di bawah meja proses sehingga pekerja tidak perlu melangkah untuk mengambil jig. Waktu kerja lebih efektif.



Gambar 4. 33 Jenis cleat

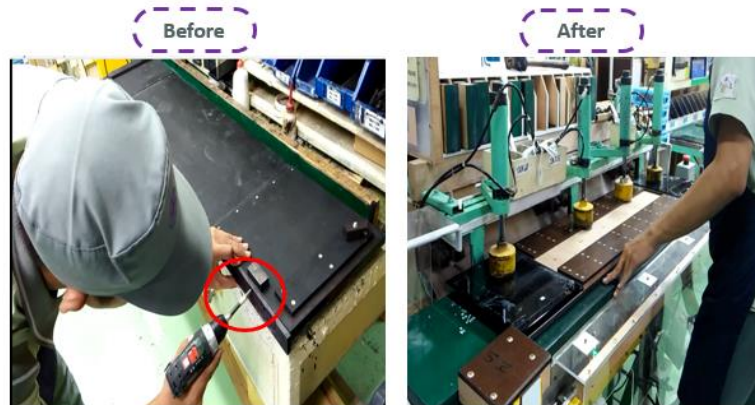
Adanya tampilan contoh cleat untuk masing masing model dan pelabelan tiap jenis cleat sehingga dapat meminimalisir tertukarnya cleat.



Gambar 4. 34 Mesin router Fall Back

Dibuatkan mesin *router Fall Back* B2 dan B3 otomatis sehingga karyawan tidak perlu bolak balik, waktu kerja efektif dan aman.

B. Perbaikan untuk pemborosan persediaan



Gambar 4. 35 Jig bor *Top Frame side*

Dibuatkan jig untuk proses pengeboran *Top Frame side* sehingga dapat di proses di mesin horizontal bor. Waktu kerja lebih efektif dan aman.



Gambar 4. 36 Jig bor *Top Frame c u1j*

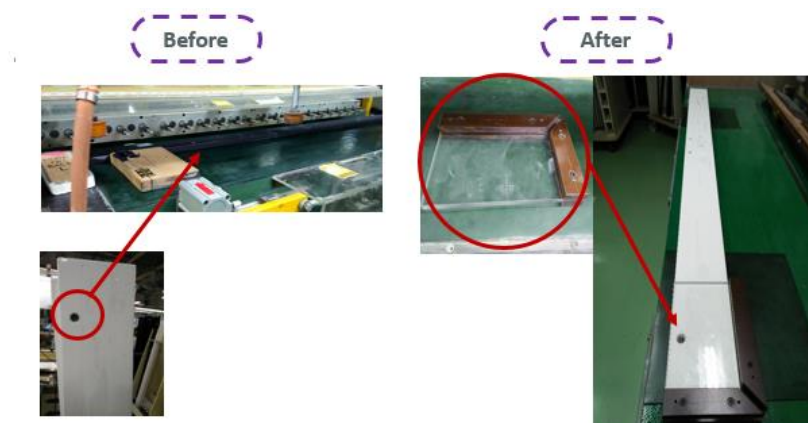
Dibuatkan jig untuk proses pengeboran *Top Frame c u1j* sehingga dapat di proses di mesin horizontal bor. Waktu kerja lebih efektif dan aman.



Gambar 4. 37 Bor *Hinge strip*

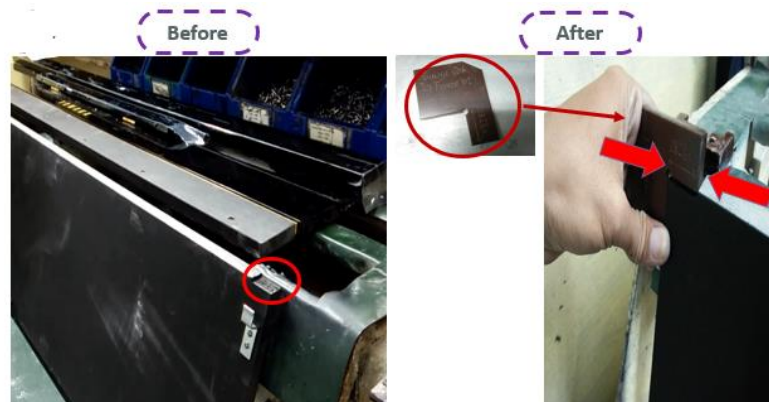
Dibuatkan mesin bor *Hinge strip* yang proses pengeborannya menjadi 1 kali, waktu kerja lebih efektif dan aman.

C. Perbaikan untuk pemborosan cacat



Gambar 4. 38 Alat ukur *Fall Back*

Dibuatkan jig untuk mengecek kesesuaian lubang sebelum dilakukan pengeboran *Fall Back* B2 dan B3 sehingga dapat meminimalisir *rework*.



Gambar 4. 39 *Check Top Frame B1 (gauge)*

Dibuatkan *check Top Frame B1 (gauge)* sehingga dilakukan pengecekan dahulu sebelum proses *Top Frame assy*. Hal ini dapat meminimalisir *rework*.



Gambar 4. 40 Mesin Bor Otomatis

Dibuatkan mesin otomatis untuk bor *top board*, *fall bak*, *fall front* dan *fall center* sehingga dapat mengurangi waktu produksi dan meminimalisir cacat produk akibat kesalahan operator.

D. Perbaikan untuk pemborosan Transportasi

Perbaikan dalam penanganan permasalahan pemborosan transportasi lebih menitikberatkan kepada koordinasi antar bagian kerja yaitu *setting* kabinet dan *Sub Assy Case* serta antara *Sub Assy Case* dengan *case assy*.

4.2.5 Control

Tahap ini bertujuan untuk mengontrol segala aktivitas perbaikan yang sudah diterapkan supaya dapat terus berkelanjutan. Perbaikan atau usulan dalam tahap ini adalah adanya perubahan *standard of procedure* untuk kegiatan yang menambah atau mengubah proses dan dengan dokumentasi kegiatan. Selain itu, peran dari management atas untuk membiasakan pekerjaan yang baru menjadi poin penting dalam tahap ini.

4.3 Break Event Point

Berikut adalah hasil nilai *break event point* dari mesin-mesin yang diterapkan di bagian *sub assy case* untuk mengatasi pemborosan:

Tabel 4. 23 Break Event Point Hinge Strip Bore Machine

Waktu Proses (Menit)	Sebelum Perbaikan (menit)	Sesudah Perbaikan (menit)	Hasil	Total \$ / Bulan				
Waktu Proses Bor <i>Hinge Strip</i>	0,74	0,16	0,58	85,57				
Jumlah Orang	1	1	0	0,00				
Space (M2)				0,00				
	Total <i>Cost Saving</i> (\$) / Bulan			85,57				
Jumlah	0,74	0,16	0,58					
Break Event Point			Efek & Keuntungan Lain (<i>Intangible</i>)					
Harga Mesin	5.639,00							
Instalasi Mesin	0,00							
Total	5.639,00							
	Hasil Kaizen							
Total <i>cost saving</i>	1.026,86							
			1. Proses menjadi lebih mudah & cepat					
			2. Handling lebih mudah dilakukan					
			3. Safety lebih terjamin & memiliki nilai estetika					
			4. Kondisi kerja lebih ergonomis					
BEP	5,24							
Year	1	2	3	4	5	6	7	8
Depresiasi	1.409,8	1.057,3	793,0	594,7	446,1	334,5	250,9	188,2
<i>End book value</i>	4.229,3	3.171,9	2.379,0	1.784,2	1.338,2	1.003,6	752,7	564,5
<i>Saving</i>	1.026,9	1.129,5	1.242,5	1.366,7	1.503,4	1.653,8	1.819,1	2.001,1
	(382,9)	72,2	449,5	772,0	1.057,4	1.319,2	1.568,2	1.812,9

Tabel 4. 24 Break Event Point Top Board Bore Machine

Waktu Proses (Menit)	Sebelum Perbaikan (menit)	Sesudah Perbaikan (menit)	Hasil	Total \$ / Bulan				
Waktu Proses Bor Top Board	0,48	0,18	0,3	44,26				
Jumlah Orang	1	1	0	0,00				
Space (M2)				0,00				
	Total Cost Saving (\$) / Bulan			44,26				
Jumlah	0,48	0,18	0,3					
Break Event Point			Efek & Keuntungan Lain (<i>Intangible</i>)					
Harga Mesin	4.963,00							
Instalasi Mesin	0,00							
Total	4.963,00							
	Hasik Kaizen							
Total cost saving	531,13							
			1. Proses menjadi lebih mudah & cepat					
			2. Handling lebih mudah dilakukan					
			3. Safety lebih terjamin & memilik nilai estetika					
			4. Kondisi kerja lebih ergonomis					
BEP	9,09							
Year	1	2	3	4	5	6	7	8
Depresiasi	1.240,8	930,6	697,9	523,4	392,6	294,4	220,8	165,6
End book value	3.722,3	2.791,7	2.093,8	1.570,3	1.177,7	883,3	662,5	496,9
Saving	531,1	584,2	642,7	706,9	777,6	855,4	940,9	1.035,0
	(709,6)	(346,3)	(55,2)	183,5	385,1	561,0	720,1	869,4

Tabel 4. 25 Break Event Point Horizontal Bore Machine

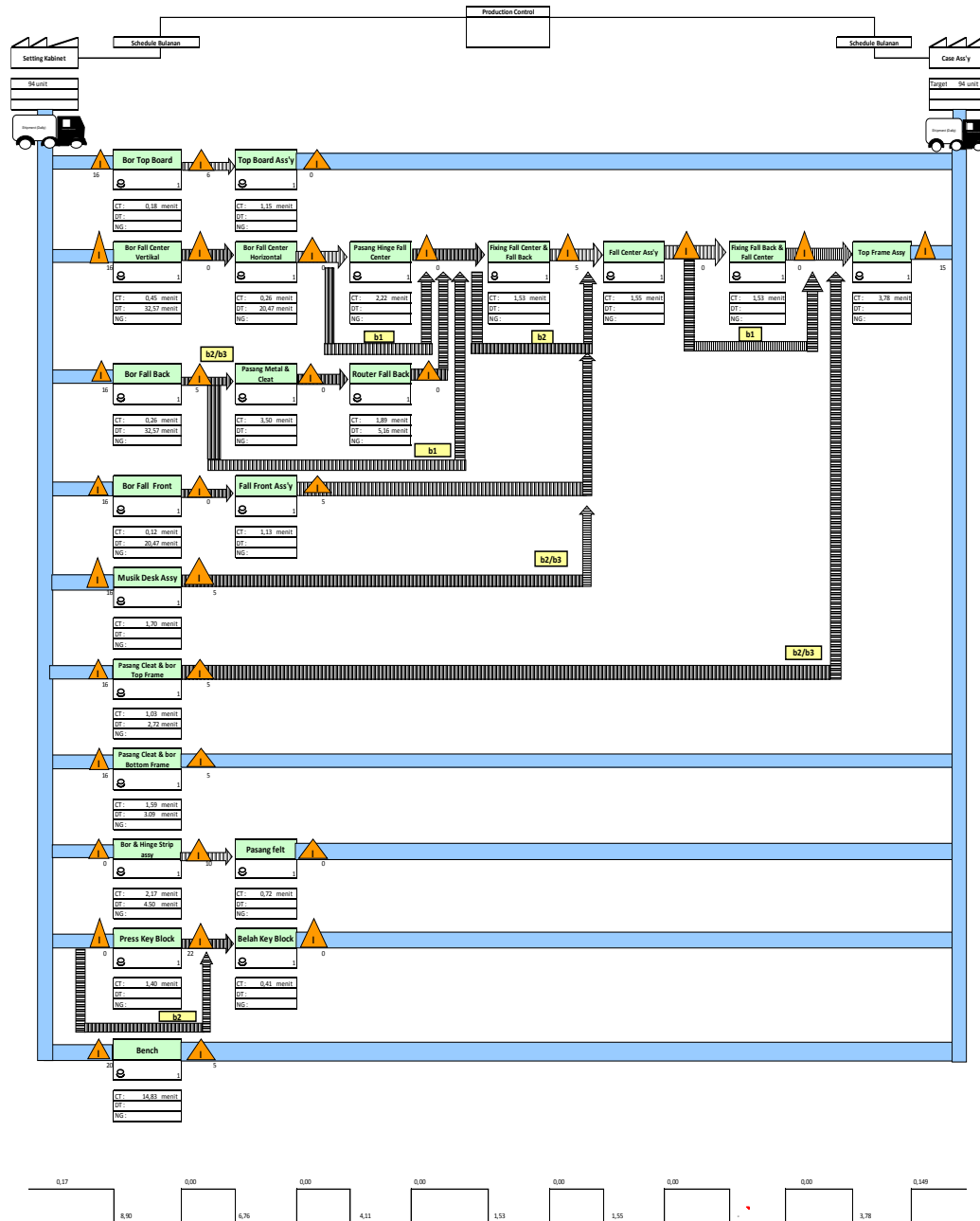
Waktu Proses (Menit)	Sebelum Perbaikan (menit)	Sesudah Perbaikan (menit)	Hasil	Total \$ / Bulan				
Waktu Proses Bor <i>Fall Center</i>	1,55	0,45	1,1	162,29				
Waktu Proses Bor <i>Fall Front</i>	0,59	0,12	0,47	69,34				
Jumlah Orang	1	1	0	0,00				
Space (M2)				0,00				
	Total <i>Cost Saving</i> (\$) / Bulan			231,63				
Jumlah	1,55	0,45	1,1					
Break Event Point			Efek & Keuntungan Lain (<i>Intangible</i>)					
Harga Mesin	5.202,00							
Instalasi Mesin	0,00							
Total	5.202,00							
	Hasil Kaizen							
Total <i>cost saving</i>	2.779,60							
			1. Proses menjadi lebih mudah & cepat					
			2. Handling lebih mudah dilakukan					
			3. Safety lebih terjamin & memilik nilai estetika					
			4. Kondisi kerja lebih ergonomis					
BEP	1,62							
Year	1	2	3	4	5	6	7	8
Depresiasi	1.300,5	975,4	731,5	548,6	411,5	308,6	231,5	173,6
<i>End book value</i>	3.901,5	2.926,1	2.194,6	1.645,9	1.234,5	925,8	694,4	520,8
<i>Saving</i>	2.779,6	3.057,6	3.363,3	3.699,6	4.069,6	4.476,6	4.924,2	5.416,7
	1.479,1	2.082,2	2.631,8	3.151,0	3.658,1	4.168,0	4.692,8	5.243,1

Tabel 4. 26 Break Event Point Vertical Bore Machine

Waktu Proses (Menit)	Sebelum Perbaikan (menit)	Sesudah Perbaikan (menit)	Hasil	Total \$ / Bulan				
Waktu Proses Bor <i>Fall Center</i>	0,68	0,26	0,42	61,97				
Waktu Proses Bor <i>Fall Back</i>	0,68	0,26	0,42	61,97				
Jumlah Orang	1	1	0	0,00				
Space (M2)				0,00				
	Total Cost Saving (\$) / Bulan			123,93				
Jumlah	0,68	0,26	0,42					
Break Event Point			Efek & Keuntungan Lain (<i>Intangible</i>)					
Harga Mesin	5.202,00							
Instalasi Mesin	0,00							
Total	5.202,00							
	Hasil Kaizen							
Total cost saving	1.487,17							
			1. Proses menjadi lebih mudah & cepat					
			2. Handling lebih mudah dilakukan					
			3. Safety lebih terjamin & memilik nilai estetika					
			4. Kondisi kerja lebih ergonomis					
BEP	3,25							
Year	1	2	3	4	5	6	7	8
Depresiasi	1.300,5	975,4	731,5	548,6	411,5	308,6	231,5	173,6
<i>End book value</i>	3.901,5	2.926,1	2.194,6	1.645,9	1.234,5	925,8	694,4	520,8
<i>Saving</i>	1.487,2	1.635,9	1.799,5	1.979,4	2.177,4	2.395,1	2.634,6	2.898,1
	186,7	660,5	1.068,0	1.430,8	1.765,9	2.086,5	2.403,2	2.724,5

4.4 Perbandingan Hasil Sebelum dan Setelah Penerapan

Berikut adalah pengaruh dari perbaikan yang telah diterapkan di bagian *sub assy case*:



Gambar 4. 41 Value Stream Mapping Setelah Perbaikan

Berdasarkan VSM di atas jumlah *inventory* yang ada di *Sub Assy Case* sebanyak 41 unit, *lead time* sebesar 0,32 hari dan *cycle time* 26,62 menit.

Tabel 4. 27 *Value dan Non Value Added Time* Setelah Perbaikan

Proses	Value Added Time (menit)	Non Value Added Time (menit)	Langkah
A. Top Board Ass'y U1j			
Ambil <i>Top Board Front</i> dan <i>Rear</i>		0,30	4
ambil <i>long hinge</i> dan <i>bore (setting)</i>		0,20	4
Cek kesejajaran <i>Top Board front & rear</i>		0,21	
Proses <i>Bore</i>	1,13		
Bersihkan debu sisa <i>bore</i>		0,18	
Pasang <i>Screw</i>	1,58		
Simpan di rak		0,18	2
Jumlah	2,71	1,07	
B. Pasang Cleat Top Frame R/L			
Ambil <i>Top Frame R/L</i>		0,07	3
Pasang <i>cleat</i>	1,12		
Simpan		0,07	2
Jumlah	1,12	0,14	
C. Top Frame Ass'y			
Ambil <i>Top Frame C U1J</i>		0,12	7
Pelaburan lem	0,08		
Ambil <i>Top Frame Side R/L U1J</i>		0,27	3
Pasang <i>Screw</i>	0,74		
Pasang <i>Dowel</i>	0,16		
Ambil <i>Top Frame sill & bore</i>		0,05	
<i>Setting Top Frame Sill</i>	0,12		
<i>Bore</i>	0,29		
Pasang <i>Dowel</i>	0,22		
Pasang <i>Top Frame Sill</i>	0,07		
<i>Bore</i>	0,30		
<i>Screw</i>	0,41		
Pengeleman	0,12		
Ambil <i>Top Frame R</i>		0,38	3
<i>Bore</i>	0,10		
Pasang <i>Screw</i>	0,23		
Ambil <i>Top Frame L</i>		0,16	3
<i>Bore</i>	0,07		
Pasang <i>Screw</i>	0,29		
Ambil <i>Cleat</i>		0,07	
Pasang <i>Screw</i>	0,74		
Penitikan <i>Top Frame R/L</i>	0,16		
Pasang <i>Lock Top Frame Ass'y</i>	0,28		
Pasang <i>Dowel</i>	0,19		

Proses	Value Added Time (menit)	Non Value Added Time (menit)	Langkah
Penitikan permukaan depan <i>Top Frame Side R/L</i>	0,24		
Pasang <i>Rubber</i>	0,21		
Simpan		0,29	3
Jumlah	5,01	1,34	
D. Bottom Frame Ass'y			
Ambil <i>Bottom Frame</i>		0,06	2
Pasang <i>Felt</i>	0,21		
Pasang <i>Cleat</i>	0,62		
Angkat ke mesin <i>Bore</i>		0,09	
Proses <i>Bore</i>	0,20		
Simpan		0,10	2
Jumlah	1,03	0,25	
E. Pasang Cleat Fall Back			
Mengambil		0,09	2
Pengeleman dan pasang <i>Cleat</i>	1,76		
Simpan		0,19	2
Jumlah	1,76	0,28	
F. Pasang Metal Fall Back			
Mengambil <i>Fall Back dan Metal</i>		0,11	
Pasang <i>Metal</i>	0,74		
Simpan		0,07	
Jumlah	0,74	0,18	
G. Router Fall Back			
Mengambil		0,18	2
<i>Router</i> kiri	0,59		
<i>Router</i> Kanan	0,66		
Simpan		0,14	1
Jumlah	1,25	0,32	
H. Pasang Hinge Fall Center			
Mengambil		0,03	
Penitikan	0,37		
Pasang <i>Hinge</i>	0,27		
Simpan		0,03	
Jumlah	0,64	0,07	
I. Musik Desk			
Mengambil		0,11	
Bungkus <i>Musik Desk</i>	0,14		
Pasang <i>Hinge</i>	0,56		
Simpan		0,12	1
Jumlah	0,7	0,23	
J. Fall Center Assy			
Mengambil dan <i>Setting Jig</i>		0,19	2

Proses	Value Added Time (menit)	Non Value Added Time (menit)	Langkah
Penitikan	0,31		
Pasang <i>Hinge</i>	0,14		
Pasang <i>Musik Desk</i>	0,19		
Simpan		0,05	
Jumlah	0,63	0,24	
K. Fixing Fall Center dan Fall Back			
Mengambil <i>Fall Back</i>		0,05	
Pasang <i>Felt</i>	0,10		
Mengambil <i>Fall Center Assy</i>		0,05	
Pasang <i>Hinge</i>	0,49		
Simpan		0,05	
Jumlah	0,59	0,15	
L. Hinge strip Assy			
Mengambil <i>Hinge strip</i>	0,09		1
Pasang <i>cleat</i>	0,35		
Penitikan	0,09		
Simpan		0,08	1
Ambil		0,09	1
<i>Bore</i>	0,29		
Simpan		0,19	1
Pasang <i>black doff</i>	0,1		
Pasang metal	0,56		
Simpan		0,09	1
Jumlah	1,48	0,45	
M. Pasang Felt Hinge strip			
Ambil dan <i>setting jig</i>		0,12	1
Pengeleman	0,09		
pasang <i>felt</i>	0,42		
Simpan		0,09	1
Jumlah	0,51	0,21	
N. Press Key Block			
Ambil <i>key block</i>		0,03	3
pasang <i>cleat</i>	1,08		
Simpan		0,29	3
Jumlah	1,08	0,29	
O. Belah Key Block			
Ambil		0,26	3
Belah <i>key block</i>	0,57		
Simpan		0,17	3
Jumlah	0,57	0,43	
Total	19,82	5,65	67

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Total Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\%$$

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{19,82}{19,82 + 5,65} \times 100\% = 77,82\%$$

Process cycle efficiency menyatakan keefektifan dalam alur proses produksi. PCE *Sub Assy Case* adalah 77,82%. Selain itu, jumlah langkah yang diperlukan dalam proses di *sub assy case* adalah 67 langkah.

Tabel 4. 28 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Kriteria	Before	After
<i>Lead Time</i> (Hari)	0,45	0,32
<i>Inventory</i> (Unit)	49	41
Langkah	103	67
<i>Process Cycle Efficiency</i>	72%	77,82%

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 *Define*

A. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC digunakan untuk mengetahui batasan proyek dengan cara mengidentifikasi proses yang sedang dipelajari, *input*, *output* proses, pemasok dan pelanggan. Pemasok utama atau bagian yang menyalurkan bahan dan segala sesuatu yang dikerjakan dalam proses di *Sub Assy Case* adalah *setting* kabinet. Bagian *setting cabinet* menyiapkan bahan untuk diproses di bagian *Sub Assy Case* antara lain *top board*, *fall back*, *fall center*, *fall front*, *music desk*, *top frame*, *bottom frame*, *hinge strip* dan *key block*. Selain itu, terdapat pemasok tambahan seperti mur, baut, *hinge* dari bagian penyediaan. Proses utama bagian *Sub Assy Case* adalah membuat *sub assembly* dari setiap kabinet menjadi *top board*, *fall center*, *top frame*, *bottom frame*, *hinge strip* dan *key block* yang siap dipasang menjadi piano utuh. Masing- masing proses penggabungan dijelaskan pada bagian proses produksi *Sub Assy Case*. Pemasangan menjadi piano utuh dilakukan di bagian *case assy*. Diagram SIPOC digunakan untuk memudahkan dalam pembuatan *value stream mapping* untuk mengidentifikasi pemborosan.

B. *Value Stream Mapping*

Pada *Value stream mapping* dilakukan pemetaan yang lebih detail dibandingkan diagram SIPOC. Pemasok dan pelanggan *Sub Assy Case* disesuaikan berdasarkan diagram SIPOC dengan target produksi 94. Selain alur produksi yang digambarkan lebih jelas, *value stream mapping* juga dapat menggambarkan pemborosan-pemborosan yang terjadi di setiap alur proses. Menurut Gaspersz (2007) terdapat 7 pemborosan utama yang terjadi dalam produksi yaitu *transportation*, *inventories*, *motions*, *waiting*, *over process*, *over production* dan *defect product*. Masing-masing dari pemborosan memberikan dampak

kerugian bagi perusahaan. Pemborosan-pemborosan yang ditemukan di bagian *Sub Assy Case* antara lain:

1. *Inventories*

Persediaan sekarang di *Sub Assy Case* adalah 49 unit dari target yang telah ditentukan sekitar 42,7 atau 43 unit. Hasil tersebut masih sekitar 87,14% dari target yang telah ditentukan sehingga masih terdapat sekitar 6 unit produk yang berlebihan untuk persediaan. Banyaknya persediaan ini mengakibatkan kerugian dari segi biaya yaitu biaya simpan produk. Persediaan dapat terjadi karena waktu proses kerja antar karyawan yang berbeda sehingga berpengaruh terhadap *output* yang dihasilkan. Contohnya adalah jika proses A memiliki standar waktu kerja 4 menit dan proses B standar waktu kerjanya adalah 7 menit. Keluaran yang dihasilkan di proses A tentunya akan lebih cepat dibandingkan dengan keluaran proses B, padahal proses A ke proses B adalah berkelanjutan sehingga kasus seperti ini yang mengakibatkan adanya persediaan yang menumpuk atau yang disebut dengan *bottleneck*. Pengaruh banyaknya persediaan ini juga berakibat kepada *lead time* suatu kabinet. Nilai *lead time* di *Sub Assy Case* mencapai 0,45 hari atau 3,6 jam. Artinya adalah periode waktu tunggu hingga kabinet tersebut dapat diselesaikan dari awal proses sampai proses terakhir di *Sub Assy Case* adalah 3,6 jam.

2. *Motions*

Gerakan sangat berpengaruh pada waktu proses produksi. Berdasarkan kategori Therblig terdapat beberapa gerakan yang termasuk gerakan tidak efektif yaitu mencari, memilih, mengarahkan, memeriksa, kelambatan yang tidak terhindarkan, kelambataan yang dapat dihindarkan, merencanakan dan istirahat untuk menghilangkan lelah. Terdapat beberapa potensi pemborosan gerakan yang ditemukan di *Sub Assy Case* yaitu:

- a. Karyawan harus mengambil *jig Top Frame assy P22* dengan berat 20 kg. Gerakan ini termasuk tidak efektif karena karyawan harus mengambil beban yang berat yang berpengaruh pada proses yang lebih lama dalam mengarahkan jig ke tempat kerja.
- b. Karyawan sering gonta-ganti jig *Top Frame assy U1J* dan *P22*. Pengambilan jig tersebut memerlukan 14 langkah sehingga berpengaruh dalam lama proses.
- c. Karyawan ambil jig *fixing Fall Center* dan *Fall Back* model B1, B2, B3 satin-reguler dengan berat 15 kg. Gerakan ini termasuk tidak efektif karena karyawan harus mengambil beban yang berat yang berpengaruh pada proses yang lebih lama dalam mengarahkan jig ke tempat kerja.

- d. Penempatan jig bor *Top Frame* B2 dan B3 sulit terjangkau dan mempunyai potensi tertukar yang menyebabkan potensi pemborosan waktu terhadap kesalahan yang terjadi. Pada aktivitas ini terdapat beberapa gerakan tidak efektif antara lain mencari dan memilih jig antara model B2 dan B3 kemudian memeriksa kesesuaian jig yang diambil.
- e. Waktu *setting drill* mesin *horizontal bor Fall Center* lama karena harus dipasang satu persatu. Aktivitas yang tidak efektif pada proses ini adalah pemeriksaan yang dilakukan secara berulang sehingga memerlukan waktu lebih lama padahal memiliki potensi untuk dikerjakan satu kali.
- f. Pengambilan *upper shill metal* B2 dan B3 memerlukan 10 langkah sehingga berpengaruh dalam lama proses.
- g. Pengambilan *screw* memerlukan 24 langkah untuk mengambil dan menyimpan sehingga berpengaruh dalam lama proses.
- h. Karyawan mengambil *long hinge* 1369 dan 1387 ke area satin-furniture memerlukan 60 langkah sehingga berpengaruh dalam lama proses.
- i. Karyawan mengambil *part Bottom Frame assy* memerlukan 12 langkah sehingga berpengaruh dalam lama proses.
- j. Karyawan mengambil cat untuk *Fall Back* B2 dan B3 memerlukan 30 langkah sehingga berpengaruh dalam lama proses.
- k. Karyawan mengambil *music rest hinge* memerlukan 8 langkah sehingga berpengaruh dalam lama proses.
- l. Karyawan mengambil *part* satin-furniture memerlukan 10 langkah sehingga berpengaruh dalam lama proses.
- m. Pengambilan jig *Top Board assy* U1J memerlukan 3 langkah sehingga berpengaruh dalam lama proses.
- n. Karyawan saat proses staples *cleat* memilih dan mencari *cleat* yang sesuai dengan modelnya. Selain itu, karyawan akan memeriksa kesesuaian *cleat* tersebut. Gerakan tersebut termasuk gerakan tidak efektif.
- o. Proses *router Fall Back* B2 dan B3 bolak balik. Maksudnya adalah karyawan setelah *router* bagian kanan ia harus berpindah tempat ke bagian belakang mesin *router* untuk *router* bagian kiri. Perpindahan tersebut memerlukan waktu 1,56 menit.

Aktivitas yang memerlukan langkah di atas sebagian besar merupakan pekerjaan utama sehingga untuk mendukung proses kerja menjadi lebih cepat dan adanya peningkatan *output* yaitu dengan cara meminimalkan pemborosan tersebut.

3. *Transportation*

Pemborosan yang termasuk kategori transportasi adalah membawa barang dalam proses (WIP) dalam jarak jauh, menciptakan angkutan yang tidak efisien, memindahkan material, komponen atau barang jadi ke dalam atau ke luar gedung atau antar proses sehingga mengakibatkan waktu penanganan material bertambah. Temuan pemborosan *transportasi* di *Sub Assy Case* adalah pertama karyawan kadang mengambil dan mengecek sendiri ketersediaan kabinet di *setting cabinet*. Seharusnya bagian *setting cabinet* mengirimkan kabinet ke bagian *Sub Assy Case* sehingga karyawan produksi hanya bertugas untuk merakit kabinet saja. Kedua karyawan produksi mengirim dan mengecek kebutuhan di bagian *case assy*. Seharusnya tugas karyawan produksi hanya proses merakit bagian kabinetnya sehingga proses pengiriman produk dilakukan oleh karyawan *manual handling* serta karyawan seharusnya tidak produksi sesuai kebutuhan dari bagian tujuan namun sesuai dengan jadwal produksi harian yang telah ditentukan.

C. *Non-Value Added Analysis*

Menurut Gultom et.,al. (2013) jenis kegiatan yang tidak bernilai tambah antara lain penanganan melampaui yang minimal dibutuhkan seperti transportasi, menyimpan bahan, menghitung, menyimpan dan mengambil; pengerjaan ulang yang diperlukan untuk memperbaiki kesalahan, duplikasi kerja berupa pengawasan atau pemantauan pekerjaan; menunggu, waktu *idle* dan penundaan; produksi berlebihan yaitu terlalu banyak atau terlalu cepat; pergerakan staf yang tidak diperlukan dan *over processing* (terlalu banyak langkah untuk menyelesaikan pekerjaan atau melebihi kebutuhan pelanggan).

Terdapat beberapa proses inti di bagian *Sub Assy Case* antara lain *Top Board assy*, pasang *cleat Top Frame R/L*, *Top Frame assy*, *Bottom Frame assy*, pasang *cleat Fall Back*, pasang metal *Fall Back*, *router Fall Back*, pasang *hinge Fall Center*, *musik desk*, *Fall Center assy*, *fixing Fall Center* dan *Fall Back*, *Hinge strip assy*, pasang *felt Hinge strip*, *press* dan belah *key block*. Pada bagian *Top Board assy* terdapat 7 aktivitas utama yang terbagi ke dalam 5 aktivitas tidak bernilai tambah dan 2 aktivitas bernilai tambah. Pasang *cleat Top Frame R/L* terdiri dari 3 aktivitas utama yang terbagi ke dalam 2 aktivitas tidak bernilai tambah dan 1 aktivitas bernilai tambah. *Top Frame assy* terdiri dari

27 aktivitas utama yang terbagi ke dalam 8 aktivitas tidak bernilai tambah dan 19 aktivitas bernilai tambah dan seterusnya dapat dilihat pada tabel 4.13. Pembagian aktivitas bernilai dan tak bernilai tambah didasarkan kepada pernyataan Gultom. Ambil, cek atau memeriksa dan simpan termasuk ke dalam aktivitas tidak bernilai tambah. Aktivitas bernilai tambah terdiri dari aktivitas yang memberikan nilai atau perubahan pada suatu produk sehingga pemasangan, bor, *screw*, penitikan dan pengeleman termasuk ke dalam aktivitas bernilai tambah.

5.2 *Measure*

A. Cacat produk

Pengukuran tingkat kecacatan dilakukan untuk mengetahui temuan yang sering terjadi yang berasal dari bagian *Sub Assy Case*. Tujuan pengukuran adalah supaya permasalahan lebih jelas dan penyelesaian permasalahan dapat tepat sasaran. Terdapat 8 kabinet yang diproses di *Sub Assy Case* yang berpotensi cacat yaitu *fall front*, *Bottom Frame*, *Top Frame*, *Fall Center*, *Top Board*, *Top Frame R/L*, *Fall Back* dan *Hinge strip*. Berdasarkan prinsip 80-20 diagram pareto maka didapatkan prioritas kabinet yang akan diperbaiki antara lain *fall front*, *Bottom Frame*, *Top Frame* dan *Fall Center*.

Fall front memiliki frekuensi temuan sebanyak 1618 atau 24% dari total temuan potensi *Sub Assy Case* selama 5 bulan dari Februari-Juni 2017. Rincian jenis cacat temuan *fall front* selama 5 bulan tersebut adalah kurang mundur sebanyak 573, cacat sebanyak 527, tinggi sebanyak 484, renggang sebanyak 33 dan *Space NG* sebanyak 1. Berdasarkan prinsip pareto jenis cacat kurang mundur dan cacat menjadi prioritas utama dari *fall front*. *Bottom Frame* memiliki frekuensi temuan kedua terbesar yaitu 1330 dengan rincian jenis cacat terdiri dari *Space NG* sebanyak 843, kurang mundur sebanyak 406, cacat sebanyak 46 dan renggang sebanyak 35. Berdasarkan prinsip pareto jenis cacat *Space NG* menjadi prioritas utama dari *Bottom Frame*. Jumlah temuan *Top Frame* adalah 690 dengan rincian cacat terdiri dari oblok sebanyak 279, *Space NG* sebanyak 276 dan cacat sebanyak 135. Berdasarkan prinsip pareto jenis cacat oblok dan *Space NG* menjadi prioritas utama dari *Top Frame*. Jumlah temuan *Fall Center* adalah 765 dengan rincian cacat terdiri dari *Space NG* sebanyak 510 dan cacat sebanyak 255. Berdasarkan prinsip pareto jenis cacat *Space NG* menjadi prioritas utama dari *Fall Center*. Dari masing-masing kabinet yang menjadi prioritas perbaikan maka didapatkan kategori cacat yang menjadi titik fokus perbaikan

yaitu kurang mundur dan cacat pada *fall front*, *Space NG* pada *Bottom Frame*, oblak dan *Space NG* pada *Top Frame* dan *space NG* pada *Fall Center*.

Temuan-temuan potensi kecacatan di *Sub Assy Case* digunakan untuk menentukan tingkat sigma perusahaan. Tingkat sigma merupakan nilai kemungkinan cacat yang dihasilkan suatu perusahaan. Gasperz (2002) menyatakan level sigma tertinggi adalah 6σ dengan jumlah kemungkinan cacat 3,4 dalam sejuta kemungkinan. Level sigma rata-rata bagian *Sub Assy Case* adalah $3,668\sigma$ dengan DPMO rata-rata 15074,587. Level tersebut dikategorikan cukup baik jika dibandingkan dengan rata-rata pencapaian nilai sigma perusahaan di Indonesia yaitu antara $2-3\sigma$. Level sigma terkecil terjadi pada bulan Mei sebesar $3,519\sigma$ dan terbesar terjadi pada bulan Februari sebesar $3,885\sigma$. Besar kecilnya sigma dipengaruhi oleh total produksi dan total cacat perbulan yang berdampak pada nilai DPMO. Semakin rendah nilai DPMO maka level sigma akan semakin tinggi. Semakin tinggi level sigma maka semakin baik proses kerja perusahaan karena mampu menghasilkan produk bebas cacat yang semakin tinggi.

B. *Process Cycle Efficiency*

Process cycle efficiency (PCE) didapatkan dari pembagian antara waktu untuk aktivitas bernilai tambah dengan total *lead time*. PCE digunakan untuk mengukur keefisienan proses produksi suatu bagian. Pengukuran ini memerlukan waktu bernilai tambah dan tidak bernilai tambah. Total waktu aktivitas bernilai tambah *Sub Assy Case* adalah 19,99 menit dan total waktu aktivitas tidak bernilai tambah *Sub Assy Case* adalah 7,86 menit. Berdasarkan waktu tersebut maka didapatkan nilai PCE yaitu 72% dengan 103 langkah kerja yang menyatakan bahwa masih terdapat 28% peluang untuk mengefisienkan proses produksi. Cara untuk meningkatkan PCE adalah dengan meminimalkan *lead time*. Nilai *lead time* pada *Sub Assy Case* adalah 0,45 hari atau 3,6 jam kerja. Penurunan *lead time* juga erat kaitannya dengan penurunan persediaan atau *work in process* di *Sub Assy Case*. Tumpukan persediaan yang menyebabkan *bottleneck* diakibatkan oleh perbedaan waktu proses antara masing-masing bagian kerja. Cara untuk meminimalkan perbedaan waktu proses tersebut adalah dengan menghilangkan pemborosan-pemborosan yang ada sehingga dapat menurunkan waktu standar kerja yang berakibat kepada semakin cepatnya proses produksi suatu kabinet tertentu.

5.3 Analysis

5.3.1 Fishbone Diagram

A. Cacat *Fall Front*

Terdapat 4 faktor utama penyebab cacat *fall front* yaitu manusia, metode, material dan mesin. Berikut penjelasan masing-masing dari setiap faktor:

1. Manusia

Penyebab cacat *fall front* yang dipengaruhi oleh manusia terdiri dari kesalahan dalam pengambilan dan penyimpanan kabinet serta kesalahan dalam proses kerja. Kesalahan yang ditemukan saat pengambilan kabinet dari rak adalah bagian bawah kabinet tidak diangkat sehingga bergesekan dengan alas rak. Potensi cacat saat penyimpanan kabinet ke rak adalah kesalahan cara meletakkan kabinet yaitu kabinet dimasukan dari arah samping/serong sehingga kabinet ada yang bergesekan dengan rak. Penyimpanan yang benar adalah dengan cara memosisikan kabinet lurus di depan *cell* rak yang akan dimasuki. Kesalahan dalam proses dipengaruhi oleh perlakuan kabinet saat proses penggabungan oleh operator yang berpotensi menyebabkan gesekan. Alternatif pencegahan keadaan ini adalah pemberian intruksi kerja yang jelas dalam perlakuan kabinet kepada setiap karyawan.

2. Metode

Penyebab cacat *fall front* yang dipengaruhi oleh metode terdiri dari penumpukan material dan pengiriman kabinet dari bagian setting ke *Sub Assy Case* atau dari *Sub Assy Case* ke bagian *case assy*. Penumpukan material berpotensi menyebabkan cacat sebagai akibat adanya kotoran pada kabinet dan ketika kabinet ditumpuk dapat menyebabkan gesekan akibat cacat. Pengiriman kabinet menyebabkan cacat apabila rak yang digunakan sudah rusak seperti pemakaian rak yang tidak mempunyai sekat atau *felt* yang sudah terkelupas.

3. Material

Beberapa model piano seperti *furniture* memiliki bahan yang lunak sehingga berpotensi menyebabkan dekok. Salah satu pencegahan cacat yang dilakukan adalah dengan membungkus kabinet sehingga meminimalisir gesekan.

4. Mesin atau fasilitas

Penyebab cacat *fall front* yang dipengaruhi oleh faktor mesin dan fasilitas terdiri dari *felt* rak yang terkelupas, meja kerja yang kotor, rak yang kotor, lap *shine up* yang

kotor dan tidak adanya tali pada rak. Debu, sisa lem, serbuk kayu dan lain-lain berpotensi menggores kabinet saat proses kerja atau pengiriman sehingga setiap operator diharuskan selalu menjaga kebersihan area kerja. Tidak adanya tali pada rak berpotensi kabinet dalam rak jatuh baik saat pengiriman maupun ketika diam yang berakibat kepada cacat. Rak yang terkelupas jika digunakan berpotensi menyebabkan gesekan pada kabinet. Alternatif pencegahan pada kondisi ini adalah selalu menjaga tempat dan fasilitas kerja bersih. Apabila terdapat fasilitas yang rusak yang memberikan potensi cacat maka operator sebaiknya memisahkan dan melaporkan ke ketua kelompok supaya segera diperbaiki.

B. Kurang Mundur *Fall Front*

Terdapat 2 faktor utama penyebab kurang mundurnya *fall front* yaitu manusia dan lingkungan. Berikut penjelasan masing-masing dari setiap faktor:

1. Manusia

Penyebab kurang mundurnya *fall front* yang dipengaruhi oleh manusia terdiri dari *router Fall Back* yang terlalu depan, jarak bor *Fall Center* dan *fall front* yang tidak sesuai, pemasangan aregi yang terlalu dalam, pemasangan *long hinge* yang tidak simetris dan ketebalan cat pada *edge Fall Center* dan *Fall Back* yang tidak rata.

2. Lingkungan

Penyebab kurang mundurnya *fall front* yang dipengaruhi oleh lingkungan terdiri dari perubahan suhu.

C. Oblak *Top Frame*

Terdapat 3 faktor utama penyebab oblak *Top Frame* yaitu manusia, material dan lingkungan. Berikut penjelasan masing-masing dari setiap faktor:

1. Manusia

Penyebab oblak pada *Top Frame* yang dipengaruhi oleh manusia terdiri dari jarak dowel ke *cleat Top Frame* tidak menempel, lubang dowel *Top Frame* ke *Fall Back* longgar dan lubang dowel *side board* yang terlalu depan. Proses tersebut masih menggunakan alat semi otomatis sehingga masih ada pengaruh operator dalam penyetelan jarak. Kondisi tersebut menyebabkan adanya potensi kesalahan dalam penyetelan jarak bor yang berpengaruh terhadap kepada ketidaksesuaian dalam penggabungan kabinet.

2. Material

Penyebab oblok pada *Top Frame* yang dipengaruhi oleh material terdiri dari coakan *lock* yang terlalu lebar dan tinggi *Top Frame angle* kiri dan kanan tidak sama.

3. Lingkungan

Penyebab oblok pada *Top Frame* yang dipengaruhi oleh lingkungan terdiri dari perubahan suhu. Perubahan suhu lingkungan di area kerja sangat berpengaruh terhadap kualitas kerja dari operator. Di *Sub Assy Case* rata-rata proses kerja masih menggunakan manual sehingga kekuatan fisik atau kondisi operator sangat berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

D. *Space NG Bottom Frame*

Terdapat 4 faktor utama penyebab *Space NG Bottom Frame* yaitu manusia, material, mesin dan lingkungan. Berikut penjelasan masing-masing dari setiap faktor:

1. Manusia

Penyebab yang termasuk ke dalam kategori manusia terdiri dari jarak pasang *cleat side sleeve* kiri dan kanan tidak sama, lubang *pedal rail* kiri kanan tidak sama dan lubang *dowel Bottom Frame* kiri kanan tidak sama. Proses tersebut masih menggunakan alat semi otomatis sehingga masih ada pengaruh operator dalam penyetelan jarak. Kondisi tersebut menyebabkan adanya potensi kesalahan dalam penyetelan jarak bor yang berpengaruh terhadap kepada ketidaksesuaian dalam penggabungan kabinet.

2. Material

Pada kategori material penyebab *Space NG* terdiri dari cat *side sleeve* dan *Bottom Frame* bagian *edge* terlalu tebal. ketebalan cat pada *edge side sleeve* dan *Bottom Frame* tidak rata sebagai akibat dari adanya pengecatan ulang pada bagian *edge* yang berakibat pada ukuran di luar toleransi yang menyebabkan adanya *space*.

3. Mesin

Dari segi mesin dan fasilitas terdiri dari bantalan piano yang rusak. Bantalan ini berpengaruh terhadap keseimbangan pada proses penggabungan kabinet menjadi piano.

4. Lingkungan

Penyebab *Space NG Bottom Frame* yang dipengaruhi oleh lingkungan terdiri dari perubahan suhu. Perubahan suhu lingkungan di area kerja sangat berpengaruh

terhadap kualitas kerja dari operator. Di *Sub Assy Case* rata-rata proses kerja masih menggunakan manual sehingga kekuatan fisik atau kondisi operator sangat berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

E. *Space NG Fall Center*

Terdapat 2 faktor utama penyebab *Space NG Fall Center* yaitu manusia dan lingkungan. Berikut penjelasan masing-masing dari setiap faktor:

1. Manusia

Penyebab *Space NG Fall Center* yang dipengaruhi oleh manusia terdiri dari jarak *long hinge Fall Center* dan *Fall Back* yang tidak sejajar, lubang bor *Fall Center* dan *fall front* yang tidak seimbang dan ketebalan cat pada *edge Fall Center*. Jarak *long hinge Fall Center* dan *Fall Back* yang tidak sejajar dapat diakibatkan oleh kesalahan operator dalam penggabungan atau karena tidak adanya pengecekan ukuran *Fall Center* dan *Fall Back* sehingga menyebabkan ketidaksejajaran. Bor lubang *Fall Center* dan *Fall Back* masih menggunakan alat semi otomatis sehingga masih ada pengaruh operator dalam penyetelan jarak bor. Kondisi tersebut menyebabkan adanya potensi kesalahan dalam penyetelan jarak bor yang berpengaruh terhadap kepada ketidaksesuaian dalam penggabungan kabinet. ketebalan cat pada *edge Fall Center* tidak rata sebagai akibat dari adanya pengecatan ulang pada bagian *edge* yang berakibat pada ukuran di luar toleransi yang menyebabkan adanya *space*.

2. Lingkungan

Penyebab *Space NG Fall Center* yang dipengaruhi oleh lingkungan terdiri dari perubahan suhu. Perubahan suhu lingkungan di area kerja sangat berpengaruh terhadap kualitas kerja dari operator. Di *Sub Assy Case* rata-rata proses kerja masih menggunakan manual sehingga kekuatan fisik atau kondisi operator sangat berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

F. *Space NG Top Frame*

Terdapat 3 faktor utama penyebab *Space NG Top Frame* yaitu manusia, material dan lingkungan. Berikut penjelasan masing-masing dari setiap faktor:

1. Manusia

Penyebab *Space NG Top Frame* yang dipengaruhi oleh manusia terdiri dari pemasangan *Top Frame* ke *Fall Back* yang tidak seimbang, bor lubang dowel *Top*

Frame kiri kanan yang tidak seimbang, jarak lubang dowel *Fall Back* yang tidak seimbang dan *router Fall Back* untuk arigi yang terlalu dalam. Pemasangan *Top Frame* ke *Fall Back* yang tidak seimbang disebabkan oleh tidak adanya pengecekan ukuran *space* coakan *Top Frame* sehingga menyebabkan ketidakseimbangan. Ukuran *space* coakan *Top Frame* standar yaitu 28 mm dengan toleransi +0 dan -0,5 biasanya kondisi ini ditemukan pada model piano jenis B1. Bor lubang dowel *Top Frame* dan *Fall Back* masih menggunakan alat semi otomatis sehingga masih ada pengaruh operator dalam penyetelan jarak bor. Kondisi tersebut menyebabkan adanya potensi kesalahan dalam penyetelan jarak bor yang berpengaruh terhadap kepada ketidaksesuaian dalam penggabungan kabinet. Temuan *Space NG Top Frame* sebagai akibat dari *router Fall Back* untuk arigi yang terlalu dalam biasanya ditemukan pada model piano B2 dan B3. Ukuran standar untuk *router Fall Back* adalah 8,5-9 mm. Proses *router* masih menggunakan mesin semi otomatis sehingga masih ada pengaruh operator dalam menggunakan mesin tersebut yang mengakibatkan adanya potensi kesalahan. Alternatif pencegahan dalam kondisi ini adalah adanya pelatihan operator mengenai mutu, adanya jig yang dapat meminimalkan kesalahan kerja dan adanya alat bantu *check* atau *gauge* untuk mengukur kabinet sebelum diproses karena terdapat kemungkinan potensi cacat dari bagian sebelumnya.

2. Material

Dari segi material penyebab *Space NG* pada *Top Frame* terdiri dari tebal sisa coakan *side arm* yang tidak sama, tebal arigi tidak standar dan coakan *Top Frame* kotor akibat cat. Ketebalan yang tidak sama dapat disebabkan karena kesalahan proses sebelumnya atau karena adanya pengecatan ulang di bagian tertentu.

3. Lingkungan

Penyebab *Space NG Top Frame* yang dipengaruhi oleh lingkungan terdiri dari perubahan suhu. Perubahan suhu lingkungan di area kerja sangat berpengaruh terhadap kualitas kerja dari operator. Di *Sub Assy Case* rata-rata proses kerja masih menggunakan manual sehingga kekuatan fisik atau kondisi operator sangat berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

G. *Inventory*

Terdapat 3 faktor utama penyebab adanya persediaan yaitu manusia, metode, dan lingkungan. Berikut penjelasan masing-masing dari setiap faktor:

1. Manusia

Penyebab adanya persediaan yang dipengaruhi oleh manusia terdiri dari kemampuan pekerja yang tidak sama. Penyebab ini erat kaitannya dengan waktu proses sehingga berpengaruh kepada hasil yang dikeluarkan oleh pekerja. Contohnya adalah ketika pekerja A bekerja lebih cepat dibandingkan pekerja B sedangkan pekerja B bisa mulai bekerja jika pekerjaan A sudah selesai maka disinilah terdapat potensi produk yang menumpuk. Alternatif pencegahan pada kondisi ini adalah adanya peningkatan kemampuan karyawan atau pemerataan beban kerja.

2. Metode

Penyebab adanya persediaan yang dipengaruhi oleh metode terdiri dari adanya perbedaan waktu proses, ketersediaan kabinet dan piano yang tidak sinkron, adanya *stuffing* (mendahulukan piano tertentu) dan adanya permintaan piano untuk model yang jarang dibuat. Kondisi waktu proses yang berbeda menyebabkan hasil yang dikeluarkan berbeda sehingga berpotensi adanya penumpukan di bagian tertentu. Ketersediaan kabinet dan piano yang tidak sinkron maksudnya adalah ketika bagian *Sub Assy Case* dijadwalkan produksi dengan model piano tertentu namun bagian piano utama tidak diproduksi atau adanya keterlambatan untuk model tertentu sedangkan bagian *setting* sudah menyiapkan kabinet maka kondisi seperti ini yang berpotensi menyebabkan adanya persediaan. Kabinet yang sudah disiapkan tertahan di *Sub Assy Case* sementara menunggu piano utama model tersebut dikerjakan. Penyebab lain yang berakibat adanya persediaan dari faktor metode adalah adanya *stuffing* (mendahulukan model tertentu) dan permintaan piano untuk model yang jarang dibuat. Kondisi ini erat kaitannya dengan ketersediaan piano dan kabinet yang tidak sinkron. *Sub Assy Case* tentunya akan sangat tergantung kepada piano utama sehingga *sub assy* yang diproduksi dapat dirakit menjadi satu unit piano. *Sub Assy Case* diharuskan untuk dapat menyediakan *sub assy* sesuai dengan piano utama supaya alur produksi tetap mengalir. Kondisi ini yang menyebabkan adanya persediaan untuk model piano yang harusnya diproduksi pada saat itu dan adanya persediaan untuk model piano yang jarang sebagai pencegahan adanya kondisi tersebut. Penyebab utama ketidaksinkronan ini diantaranya adalah adanya cacat

pada kabinet tertentu yang menyebabkan ketidaklengkapan kabinet dan waktu tunggu untuk memperbaiki cacat tersebut. Alternatif pencegahan yang dilakukan adalah adanya koordinasi antara bagian tertentu dalam penjadwalan produksi harian dan pengurangan waktu produksi.

3. Lingkungan

Penyebab adanya persediaan yang dipengaruhi oleh lingkungan terdiri dari tata letak kerja yang berjauhan. Kondisi ini erat kaitannya dengan lama waktu proses kerja.

5.3.2 *Five Whys*

Permasalahan pertama yang ditemukan mengenai pemborosan transportasi di bagian *Sub Assy Case* adalah adanya operator yang mengambil barang ke bagian sebelumnya yaitu *setting kabinet* padahal prosedur seharusnya adalah bagian *setting kabinet* yang mengirim kabinet. Aktivitas pengambilan barang yang bukan seharusnya menjadi tugas operator ini menyebabkan adanya pemborosan waktu yang tentunya berdampak kepada lama waktu proses produksi dan ketidakefektifan dalam menghasilkan produk. Penyebab permasalahan tersebut adalah adanya pengiriman dari *setting kabinet* yang terlambat sedangkan bagian *Sub Assy Case* harus segera produksi kabinet untuk mengisi proses bagian selanjutnya. Bagian *setting kabinet* tidak mengirimkan kabinet yang belum komplet sehingga disini yang menyebabkan potensi munculnya permasalahan pemborosan. Operator akan mencari dan mengecek kabinet ke bagian *setting* sebagai akibat permintaan kabinet dari bagian setelahnya. Faktor utama dalam keterlambatan ini adalah adanya ketidaklengkapan kabinet baik karena adanya temuan cacat maupun ketidaksinkronan jadwal harian *assy* kabinet dan bagian piano utama yang tersedia di bagian *assy* (*keyboard*, *side board* dan lain-lain).

Pemborosan transportasi yang kedua adalah adanya pengiriman *Hinge strip* dan *key block* ke *case assy* oleh operator produksi sehingga berakibat kepada waktu produksi padahal di bagian ini terdapat operator yang bertugas khusus untuk *handling*. Alasan operator mengirim sendiri kabinet yang telah diproses adalah karena bagian *Hinge strip* dan *key block* harus dikirim terlebih dahulu dibanding kabinet lainnya karena kabinet lainnya tidak dapat dipasang apabila *Hinge strip* dan *key block* belum dipasang pada piano. Selain itu, supaya operator dapat mengecek kebutuhan langsung di bagian setelahnya dan langsung memprosesnya. Pengecekan ini terjadi karena kadang terjadi kondisi ketidaksinkronan antara persediaan kabinet yang telah dipasok dengan bagian

piano utama yang telah dirakit. Namun aktivitas ini mengakibatkan waktu *handling* operator tinggi padahal seharusnya dapat digunakan untuk memproduksi kabinet. Faktor lainnya adalah karena lamanya aliran informasi pesanan dari *case assy* ke bagian *Sub Assy Case* untuk kabinet tertentu yang diperlukan pada waktu itu. Lamanya aliran ini disebabkan karena faktor tata letak bagian yang berjauhan yaitu *Sub Assy Case* di lantai 4 dan *case assy* di lantai 3.

5.4 *Improve*

A. Perbaikan untuk pemborosan gerakan

Pemborosan gerakan sangat berpengaruh terhadap lama proses kerja sehingga untuk mendapatkan proses kerja yang lebih cepat diperlukan perbaikan untuk meminimalkan atau menghilangkan aktivitas yang tidak diperlukan. Berikut adalah temuan pemborosan di bagian *Sub Assy Case* dan perbaikan yang dilakukan sehingga proses kerja menjadi lebih efisien:

1. Permasalahan yang ditemukan adalah karyawan mengambil jig *Top Frame assy* P22 dengan berat 20 kg sehingga waktu *setting* jig memerlukan waktu lebih lama sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan memodifikasi jig *Top Frame assy* B1 ke *Top Frame assy* P22. Karyawan tidak perlu angkat jig karena sudah diam di meja proses. Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengarahkan, mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
2. Permasalahan yang ditemukan adalah karyawan sering mengganti jig *Top Frame assy* U1J dan P22 serta memerlukan 14 langkah untuk mengambil dan menyimpan jig tersebut sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan memodifikasi jig *Top Frame assy* U1J ke *Top Frame assy* P22. Karyawan tidak perlu angkat jig karena sudah diam di meja proses. Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengarahkan, mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
3. Permasalahan yang ditemukan adalah karyawan mengambil jig *fixing Fall Center* dan *Fall Back* model B1, B2, B3 satin-reguler dengan berat 15 kg sehingga waktu *setting* jig memerlukan waktu lebih lama sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan memodifikasi Jig *Fall Board assy* menjadi jig *fixing assy Fall Back Fall*

- Center B1,B2,B3*. Jig aman dan bisa untuk 2 proses sekaligus (*urgent*). Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengarahkan, mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
4. Permasalahan yang ditemukan adalah penempatan jig bor *Top Frame B2* dan yang *B3* yang sulit terjangkau dan mempunyai potensi tertukar yang menyebabkan potensi pemborosan waktu terhadap kesalahan yang terjadi sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkan tempat jig *Top Frame B2* dan *B3* dengan pelabelan sehingga meminimalisir kesalahan jig tertukar. Perbaikan ini termasuk ke dalam kategori 5S yang dapat memudahkan operator dalam bekerja dan menghilangkan gerakan memeriksa, memilih dan mencari serta mengefisiensikan gerakan mengambil dan menyimpan jig.
 5. Permasalahan yang ditemukan adalah waktu *setting drill* mesin *horizontal* bor *Fall Center* lama karena harus dipasang satu persatu sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan membuat jig *setting drill beat* sekaligus 4 sehingga lebih cepat dan proses pemasangan lebih mudah. Perbaikan ini mengefisiensikan gerakan yang berulang.
 6. Permasalahan yang ditemukan adalah pengambilan *upper shill metal B2* dan *B3* memerlukan 10 langkah sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan mendekatkan tempat *upper shill metal* ke meja kerja sehingga karyawan cukup mengambil *upper shill metal* dengan tidak perlu melangkah. Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengarahkan, mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
 7. Permasalahan yang ditemukan adalah pengambilan *screw* yang memerlukan 24 langkah untuk mengambil dan menyimpan sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkan kotak *stock part* di dekat meja kerja sehingga bagian *warehouse* dapat langsung memasok ke kotak tersebut. Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
 8. Permasalahan yang ditemukan adalah karyawan mengambil *long hinge 1369* dan *1387* ke area *satin-furniture* dengan 60 langkah sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkan rak *long hinge* dekat meja proses sehingga karyawan tidak perlu melangkah dan tim *warehouse* dapat langsung memasok ke rak tersebut.

- Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
9. Permasalahan yang ditemukan adalah karyawan mengambil *part Bottom Frame assy* memerlukan 12 langkah sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkan kotak *part Bottom Frame assy* dekat meja proses sehingga karyawan tidak perlu melangkah. Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
 10. Permasalahan yang ditemukan adalah karyawan mengambil cat untuk *Fall Back B2* dan *B3* memerlukan 30 langkah sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkan tempat khusus cat di dekat meja proses sehingga karyawan tidak perlu melangkah. Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
 11. Permasalahan yang ditemukan adalah Karyawan mengambil *music rest hinge* memerlukan 8 langkah sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkan kotak *musik rest hinge* di dekat meja proses sehingga operator tidak perlu melangkah. Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
 12. Permasalahan yang ditemukan adalah karyawan mengambil *part satin-furniture* memerlukan 10 langkah sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan membuat kotak khusus *part* di dekat meja proses sehingga karyawan cukup memerlukan $1 \times 2 = 2$ langkah. Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
 13. Permasalahan yang ditemukan adalah pengambilan jig *Top Board assy U1J* memerlukan 3 langkah sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan pengambilan jig di bawah meja proses sehingga pekerja tidak perlu melangkah untuk mengambil jig. Perbaikan ini tentunya mengefisienkan gerakan dalam mengarahkan, mengambil dan menyimpan. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain tempat kerja yang lebih ergonomis.
 14. Permasalahan yang ditemukan adalah karyawan saat proses staples *cleat* memilih dan mencari *cleat* yang sesuai dengan modelnya dan berpotensi terjadi kesalahan

tertukarnya *cleat* karena tidak adanya pembeda yang jelas sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan adanya tampilan contoh *cleat* untuk masing masing model dan pelabelan tiap jenis *cleat* sehingga dapat meminimalisir tertukarnya *cleat*. Perbaikan ini termasuk ke dalam kategori 5S yang dapat memudahkan operator dalam bekerja dan menghilangkan gerakan memeriksa, memilih dan mencari.

15. Permasalahan yang ditemukan adalah proses *router Fall Back* B2 dan B3 bolak balik sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkan mesin *router Fall Back* B2 dan B3 otomatis sehingga karyawan tidak perlu bolak balik. Perbaikan ini termasuk ke dalam desain alat kerja dan mengefisiensikan waktu mengambil, menyimpan, mengarahkan dan *setting* mesin.

B. Perbaikan untuk pemborosan persediaan

Perbaikan pemborosan persediaan pada penelitian ini lebih menitikberatkan kepada kecepatan proses sebagai upaya untuk menyeimbangkan waktu proses. Berikut adalah perbaikan yang diusulkan untuk meminimalkan pemborosan persediaan:

1. Proses pengeboran *Top Frame side* dan c U1J pada awalnya dilakukan secara manual dengan bantuan mesin bor tangan sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkannya jig untuk proses pengeboran *Top Frame side* dan c U1J sehingga dapat di proses di mesin horizontal bor. Waktu kerja lebih efektif dan dapat mengurangi potensi cacat akibat kesalahan jarak bor.
2. Proses pengeboran *Hinge strip* pada awalnya satu-persatu yaitu bagian kanan dibor kemudian bagian kiri dibor sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkan mesin bor *Hinge strip* yang proses pengeborannya menjadi 1 kali sehingga waktu kerja lebih efektif.

C. Perbaikan untuk pemborosan cacat

1. *Fall Back* B2 dan B3 proses awalnya langsung dilakukan pengeboran sehingga kemungkinan terjadi ketidaksesuaian jarak lubang bor yang berakibat pada *rework* sehingga perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkan jig untuk mengecek kesesuaian lubang sebelum dilakukan pengeboran *Fall Back* B2 dan B3 sehingga dapat meminimalisir *rework*.
2. Coakan kanan dan kiri *Top Frame* tidak dicek sebelum proses perakitan sehingga memungkinkan terjadinya perbedaan ukuran antara kanan dan kiri sehingga

perbaikan yang dilakukan adalah dengan dibuatkan *check Top Frame B1 (gauge)* sehingga dilakukan pengecekan dahulu sebelum proses *Top Frame assy*. Hal ini dapat meminimalisir *rework*.

3. *Fall Back, Fall Center, fall front* dan *Top Board* pada awalnya dibor dengan secara manual sehingga memiliki kemungkinan terjadi ketidaksesuaian jarak bor yang berakibat *rework*. Oleh karena itu dibuatkan mesin otomatis untuk bor *Fall Back, Fall Center, fall front* dan *Top Board* dengan *jig/stopper* masing-masing kabinet untuk meminimalisir kesalahan jarak bor.

D. Perbaikan untuk pemborosan transportasi

Perbaikan dalam penanganan permasalahan pemborosan transportasi lebih menitikberatkan kepada koordinasi antar bagian kerja yaitu *setting* kabinet dan *Sub Assy Case* serta antara *Sub Assy Case* dengan *case assy*. Solusi pemborosan transportasi pengambilan kabinet oleh operator produksi adalah bagian *setting* kabinet melakukan pengecekan kebutuhan kabinet ke bagian *Sub Assy Case* secara berkala sehingga kekosongan produksi dapat diatasi. Solusi pemborosan untuk pengiriman *Hinge strip* dan *key block* oleh operator produksi adalah pembagian kerja supaya lebih rata. Beban kerja pengiriman dilakukan oleh operator *handling*.

5.5 Control

Tahap ini terdiri dari pengawasan yang dilakukan oleh pihak Ketua kelompok dan *foreman* untuk memastikan perbaikan yang telah direncanakan dan dibuat dapat diaplikasikan dengan sebenar-benarnya dengan catatan adanya pembaharuan SOP (*standard operational procedure*) dan dokumentasi perubahan-perubahan atas perbaikan yang telah diusulkan dan diimplementasikan. Selain itu, adanya sosialisasi akan perubahan kepada pekerja supaya pekerja tetap menerapkan usulan perbaikan yang telah diimplementasikan. Pembaharuan SOP dilakukan untuk perbaikan antara lain perubahan mesin bor dari *single bor* menjadi mesin *bor* dengan 2 mata bor, perubahan *jig* untuk meja kerja maupun mesin, adanya tambahan proses inspeksi untuk *top frame* dan *fall back* dengan menggunakan *gauge*, perubahan mesin *router* dari yang bolak balik menjadi yang tidak bolak balik. Dokumentasi perubahan seperti yang telah digambarkan pada tahap *improve*.

5.1 *Break Event Point*

Nilai *Break event point (BEP)* dari mesin bor *hinge strip* adalah 5,24 tahun artinya adalah titik impas perusahaan tidak untung dan rugi dari membeli mesin bor adalah 5,24 tahun. Nilai tersebut diperoleh dari perbandingan antara harga beli mesin sebesar 5.639 dollar dengan keuntungan penghematan yang diperoleh dari penerapan mesin sebesar 1.026,9 dollar pertahun. Nilai *Break event point* dari mesin bor *top board* adalah 9,09 tahun artinya adalah titik impas perusahaan tidak untung dan rugi dari membeli mesin bor adalah 9,09 tahun. Nilai tersebut diperoleh dari perbandingan antara harga beli mesin sebesar 4.963 dollar dengan keuntungan penghematan yang diperoleh dari penerapan mesin sebesar 531,13 dollar pertahun. Nilai *Break event point* dari mesin bor *top board* adalah 1,62 tahun artinya adalah titik impas perusahaan tidak untung dan rugi dari membeli mesin bor adalah 1,62 tahun. Nilai tersebut diperoleh dari perbandingan antara harga beli mesin sebesar 5.202 dollar dengan keuntungan penghematan yang diperoleh dari penerapan mesin sebesar 2.779,6 dollar pertahun. Nilai *Break event point* dari mesin bor *top board* adalah 3,25 tahun artinya adalah titik impas perusahaan tidak untung dan rugi dari membeli mesin bor adalah 3,25 tahun. Nilai tersebut diperoleh dari perbandingan antara harga beli mesin sebesar 5.202 dollar dengan keuntungan penghematan yang diperoleh dari penerapan mesin sebesar 1.487,17 dollar pertahun. Berdasarkan nilai BEP tersebut dengan target ketahanan mesin selama 8 tahun mesin *horizontal* dan *vertical* layak diaplikasikan karena mesin tersebut dapat memberikan keuntungan kurang dari 4 tahun dan bor *hinge strip* kurang dari 5,5 tahun. Jika dibandingkan dengan target ketahanan mesin selama 8 tahun mesin bor *top board* memiliki nilai BEP 9,09 tahun artinya tidak layak. Namun mesin bor ini perlu diaplikasikan karena dapat menghemat waktu proses sebesar 0,30 menit perunit atau 27,60 menit dalam sehari. Waktu tersebut dapat dimanfaatkan untuk proses kerja lainnya.

5.6 **Perbandingan Sebelum dan Setelah Penerapan**

Jumlah *Inventory* sebelum perbaikan adalah 49 unit dan setelah perbaikan adalah 41 unit. Penurunan terjadi karena adanya perbaikan yang berpengaruh terhadap penurunan waktu proses produksi contohnya adalah perubahan proses yang manual atau semi menjadi otomatis seperti bor *top frame* yang awalnya menggunakan *screw driver* sekarang sudah menggunakan mesin bor. Selain itu, adanya perubahan *layout* yang berpengaruh terhadap waktu proses produksi seperti mendekatkan *part* ke meja kerja sehingga menghemat 5

langkah. Penanganan masalah transportasi operator yang mencari kabinet atau mengirim kabinet menjadi pengaruh terhadap *inventory* karena operator lebih banyak melakukan proses yang produktif untuk mendukung ketercapaian hasil harian. Perbaikan yang telah dilakukan berpengaruh terhadap keseimbangan lini produksi di bagian *sub assy case*. *Lead time* sebelum perbaikan adalah 0,45 hari dan setelah perbaikan adalah 0,32 hari. Nilai *lead time* ini erat kaitannya dengan *inventory* sehingga jika *inventory* turun maka nilai *lead time* pun akan turun. Langkah sebelum perbaikan adalah 103 langkah dan setelah perbaikan adalah 67 langkah. *Process cycle efficiency* sebelum perbaikan adalah 72% dan setelah perbaikan adalah 77,82%. Penurunan PCE ini dipengaruhi oleh perbaikan yang menurunkan waktu produksi yaitu dengan cara menghilangkan pemborosan yang ada seperti pencarian alternatif untuk lebih memudahkan karyawan.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Level rata-rata sigma *Sub Assy Case* adalah 3,668 dengan nilai *defect per million opportunities*nya sebesar 15074,587 unit. Nilai tersebut termasuk ke dalam nilai rata-rata standar perusahaan Indonesia. Selain itu, Nilai PCE (*process cycle efficiency*) *Sub Assy Case* mencapai 72%.
2. Pemborosan yang ditemukan di bagian *Sub Assy Case* terdiri dari pemborosan gerakan, cacat, persediaan dan transportasi. Terdapat 6 jenis cacat yang sering ditemukan di bagian *Sub Assy Case* yaitu oblok *Top Frame*, *Space NG Top Frame*, *Space NG Fall Center*, kurang mundur *fall front*, cacat *fall front* dan *Space NG Bottom Frame*. Penyebab utama dari adanya cacat di bagian perakitan adalah kesalahan operator dalam memperlakukan atau proses kabinet karena sebagian besar proses perakitan masih manual. Penyebab utama pemborosan gerakan adalah desain tempat kerja yang kurang efisien. Penyebab utama adanya persediaan yang berlebih adalah adanya ketidaksinkronan antara permintaan piano utama (*keyboard*, *sideboard* dan lain-lain) dengan *sub assy* kabinet dari bagian *Sub Assy Case* dan adanya waktu antar proses yang berbeda. Penyebab utama adanya pemborosan transportasi adalah kurangnya koordinasi antar bagian unit kerja.
3. Perbaikan bagian *Sub Assy Case* untuk mengatasi pemborosan yang ditemukan adalah untuk pemborosan cacat adanya peningkatan kemampuan pekerja, mesin otomatis, menjaga area kerja tetap bersih dan adanya alat bantu yang dapat meminimalkan kesalahan pekerja dalam proses produksi. Perbaikan untuk pemborosan gerakan adalah mendesain tempat kerja lebih efisien dengan seperti mendekatkan bahan baku ke meja kerja dan menerapkan prinsip 5S. Perbaikan untuk

pemborosan persediaan adalah dengan menurunkan *lead time* atau meminimalkan waktu kerja. Perbaikan untuk pemborosan transportasi adalah koordinasi antar bagian unit kerja.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan berikut adalah beberapa saran untuk perusahaan khususnya bagian *sub assy case* maupun pembaca, yaitu:

1. Identifikasi dan perbaikan terhadap rak-rak yang tersedia karena masih terbukti dengan rak yang tersedia sekarang masih ditemukan cacat kabinet akibat gesekan.
2. Adanya peningkatan kemampuan kerja setiap karyawan sehingga lebih ahli terhadap tanggungjawab masing-masing pekerjaan yang dapat meminimalkan jenis cacat yang dihasilkan.
3. Identifikasi hasil cacat setelah perbaikan dan melakukan perbaikan di bagian selain *sub assy case*.
4. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah adanya tambahan faktor biaya sehingga dapat dihitung berapa keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan setelah adanya perbaikan-perbaikan yang dilakukan untuk mengatasi pemborosan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antunes, D. L., Sousa, S. D., Member, Laeng, & Nunes, E. (2013). Using Project Six Sigma and Lean Concepts in Internal Logistics. *World Congress on Engineering, 1*. London.
- Arifin, M., & Supriyanto, H. (2012, September). Aplikasi Metode Lean Six Sigma Untuk Usulan Improvisasi Lini Produksi Dengan Mempertimbangkan Faktor Lingkungan. Studi Kasus: Departemen GLS (General Lighting Services) PT. Philips Lighting Surabaya. *Teknik ITS, 1*, A477-A481.
- Besterfield, D. H. (1998). *Quality Control*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Cima, R. R., Brown, M. J., Hebl, J. R., Moore, R., Rogers, J. C., & Kollengode, A. (2011). Use of Lean Six Sigma Methodology to Improve Operating Room Efficiency in a High-Volume Tertiary-Care Academic Medical Center. *American College of Surgeons, 213*(1).
- Dakhli, Z., Lafhaj, Z., & Bos, A. (2016). Experiencing Lean Six Sigma In Tthe French Residential Construction: Setting Effective Performance Indicators to Address Client Satisfication. *International Journal of Lean Six Sigma, 7*(4).
- de Souza, R. V., & Carpinetti, L. C. (2014). A FMEA Based Approach To Prioritize Waste Reduction In Lean Implementation. *International Journal of Quality & Reliability Management, 3*(4), 346-366.
- Doll, J. P., & Orazem, F. (1984). *Production Economics Theory With Applications* (Second ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.
- El-Namrouty, K. A., & Abushaaban, M. S. (2013, April 2). Seven Wastes Elimination Targeted By Lean Manufacturing Case Study "Gaza Strip Manufacturing Firms". *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences, 1*, 68-80.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2007). *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement (Pengantar Six Sigma)*. Jakarta: Salemba Empat.
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., & Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.
- George, M. L. (2003). *Lean Six Sigma For Service*. New York: McGraw-Hill.
- Gibbons, P. M., & Burgess, S. C. (2010). Introducing OEE as a Measure of Lean Six Sigma Capability. *International Journal of Lean Six Sigma, 1*(2), 134-156.
- Gultom, S., Sinaga, T. S., & Sinulingga, S. (2013, Oktober). Studi Pengendalian Mutu Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma Pada PT.XYZ. *Teknik Industri FT USU, 3*, 23-30.
- Indrawati, S., & Ridwansyah, M. (2015). Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. *Procedia Manufacturing, 4*, 528-534.
- Kamila, I. (2015). Peluang Ekspor Melodi. *Maxibiz, 34*.
- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2014). *Promosi Musik Anak Bangsa di Java Jazz Festival 2014*. Jakarta.
- Mittal, S., Hooda, V., Rohilla, P., Singh, A. P., & Goel, R. (2016). Improving Productivity By Implementing Lean Manufacturing. *Engineering research and General Science, 4*(3), 29-36.

- Muharom, Soeparman, S., & Irawan, Y. S. (2013). Pengembangan Metode Lean Manufacture untuk Investigasi Proses Produksi HC (Hard Cover) Folio dengan Menggunakan Value Stream Mapping. *JEMIS*, 1(1), 39-44.
- Pugna, A., Negrea, R., & Miclea, S. (2016). Using Six Sigma Methodology to Improve the Assembly Process un an Automative Company. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 221, 308-316.
- Ramamoorthy, S. (2007). Lean Six Sigma Application in Aircraft Assembly in Industrial anda Manufacturing Engineering.
- Riyanto, B. (2001). *Dasar-Dasar Pembelanjaan Perusahaan* (IV ed.). Yogyakarta: BPFE.
- Riyanto, J. (1986). *Produktivitas dan Tenaga Kerja*. Jakarta: SIUP.
- Roth, N., & Franchetti, M. (2010). Process Improvement For Printing Operations Through Thr DMAIC Lean Six Sigma Approach: A Case Study From Northwest Ohio, USA. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(2), 119-133.
- Snee. (1999). *The Six Sigma Project Planner*. New York: McGraw-Hill.
- Sternberg, H., Stefansson, G., Westernberg, E., Gennas, R. B., Allenstrom, E., & Nauska, M. L. (2012). Applying a Lean Approach to Identify Waste in Motor Carrier Operations. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62(1), 47-65.
- Wickramasinghe, G., & Wickramasinghe, V. (2017). Implementation of Lean Production Practices and Manufacturing Performance: The Role of Lean Duration. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(4).
- Yi, T. P., Feng, C. J., Prakash, J., & Ping, L. W. (2012). Reducing Electronic Component Losses In Lean Electronics Assembly With Six Sigma Approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(3), 206-230.